

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-345219

(43) 公開日 平成11年(1999)12月14日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	F I
G 0 6 F 15/16	6 4 0	G 0 6 F 15/16 6 4 0 A
11/20	3 1 0	11/20 3 1 0 A
15/177	6 7 8	15/177 6 7 8 C

審査請求 未請求 請求項の数88 O L (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願平11-112807

(22) 出願日 平成11年(1999) 4 月20日

(31) 優先権主張番号 0 9 / 0 6 3 5 6 0

(32) 優先日 1998年 4 月21日

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 596077259

ルーセント テクノロジーズ インコーポ  
レイテッド

Lucent Technologies  
Inc.

アメリカ合衆国 07974 ニュージャージ  
ー、マレーヒル、マウンテン アベニュー  
600-700

(72) 発明者 レジナルド エー アレン

アメリカ合衆国, 60440 イリノイ, ボリ  
ングブルック, ホームウッド ドライブ  
230

(74) 代理人 弁理士 三俣 弘文

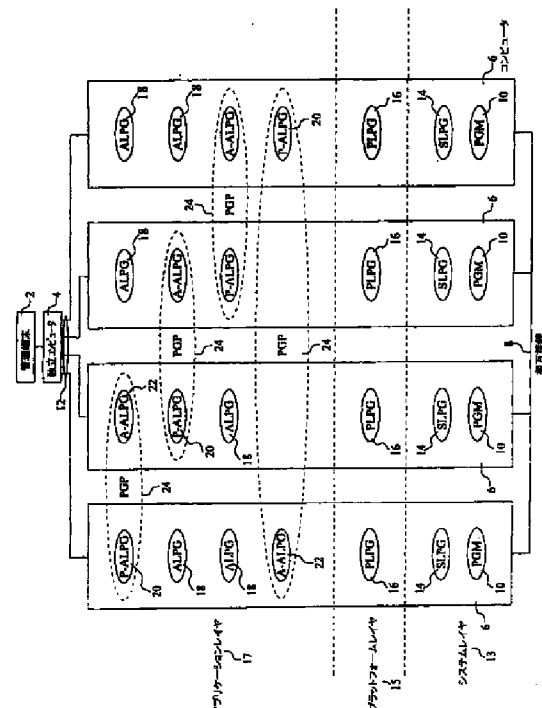
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アプリケーション実現方法及びアプリケーション実現装置

(57) 【要約】

【課題】 緩やかに結合された計算システムを用いて高  
利用可能性アプリケーションプロセスのスケラブルな  
階層を実現する。

【解決手段】 リソースの依存性及び故障回復戦略がプ  
ロセスグループレベルで発生する。プロセスグルー  
プは、システムレイヤ、プラットフォームレイヤ、あるい  
はアプリケーションレイヤのいずれかに属する。各レイ  
ヤは、独自のプロセスグループ起動及び故障回復戦略を  
有している。アプリケーションレイヤプロセスグルー  
プは、個々のコンピュータ上の別のアプリケーションレイ  
ヤプロセスグループと対を構成している。あるアプリケ  
ーションレイヤプロセスグループが故障すると、それと  
対を構成しているアプリケーションレイヤプロセスグル  
ープが存在する場合には、それが故障したプロセスグル  
ープの機能の実行を引き継ぐ。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 高利用可能性アプリケーション実現方法において、当該方法が、

A. 少なくとも二つのコンピュータにおいて単一あるいは複数のプロセスグループを実行する段階；ここで、前記プロセスグループのうちの少なくとも一つは前記プロセスグループのうちの前記少なくとも一つに対して共通である故障回復戦略（フォールトリカバリストラテジ）を有する単一あるいは複数のプロセスを有している；

B. 前記少なくとも二つのコンピュータのうちの少なくとも一つにおいて、前記単一あるいは複数のプロセスグループのうちの少なくとも一つに対する故障回復戦略を開始するプロセスグループマネージャを実行する段階；

C. 前記少なくとも二つのコンピュータのうちの少なくとも第一のものにおいて、少なくとも一つのプロセスグループを有するシステムレイヤを実現する段階；

D. 前記第一のコンピュータ上でシステムレイヤプロセスグループ故障が発生した際に前記第一コンピュータ上の前記プロセスグループの全てを機能停止にする段階；

E. 前記第一コンピュータ上でシステムレイヤプロセスグループ故障が発生した際に前記第一コンピュータを再起動（リブート）する段階；

F. 前記少なくとも二つのコンピュータのうちの第二のものにおいて少なくとも一つの対になったプロセスグループを実現する段階；ここで、前記対になったプロセスグループは前記第一コンピュータ上の前記単一あるいは複数のプロセスグループのうちのひとつと対を構成している；及び、

G. 前記第一コンピュータ上でシステムレイヤプロセスグループ故障が発生した場合に前記第二コンピュータ上で前記対になったプロセスグループを起動（アクティベート）する段階；を組み合わせることを特徴とするアプリケーション実現方法。

【請求項 2】 前記方法が、さらに、前記システムレイヤプロセスグループ故障を回復する目的での前記第一コンピュータの前記再起動が失敗した場合に前記第一コンピュータの電源の切断・再投入を行なう目的で独立したコンピュータを用いる段階；を組み合わせることを特徴とする請求項 1 記載のアプリケーション実現方法。

【請求項 3】 前記方法が、さらに、前記システムレイヤプロセスグループ故障を回復する目的での前記第一コンピュータの前記前記第一コンピュータの電源の切断・再投入が失敗した場合に前記第一コンピュータの電源を切断する目的で独立したコンピュータを用いる段階；を組み合わせることを特徴とする請求項 2 記載のアプリケーション実現方法。

【請求項 4】 高利用可能性アプリケーション実現方法

において、当該方法が、

A. 少なくとも二つのコンピュータにおいて単一あるいは複数のプロセスグループを実行する段階；ここで、前記プロセスグループのうちの少なくとも一つは前記プロセスグループのうちの前記少なくとも一つに対して共通である故障回復戦略を有する単一あるいは複数のプロセスを有している；

B. 前記少なくとも二つのコンピュータのうちの少なくとも一つにおいて、前記単一あるいは複数のプロセスグループのうちの少なくとも一つに対する故障回復戦略を開始するプロセスグループマネージャを実行する段階；

C. 前記少なくとも二つのコンピュータのうちの少なくとも第一のものにおいて、少なくとも一つのプロセスグループを有するシステムレイヤを実現する段階；

D. 前記第一コンピュータ上の前記システムレイヤプロセスグループのうちの少なくとも一つが依存しているリソースにおける故障が発生した場合に前記第一コンピュータ上の前記プロセスグループの全てを機能停止にする段階；

E. 前記第一コンピュータ上の前記システムレイヤプロセスグループのうちの少なくとも一つが依存している前記リソースの前記故障の際に前記第一コンピュータを再起動する段階；

F. 前記少なくとも二つのコンピュータのうちの第二のものにおいて少なくとも一つの対になったプロセスグループを実現する段階；ここで、前記対になったプロセスグループは前記第一コンピュータ上の前記プロセスグループのうちのひとつと対を構成している；及び、

G. 前記第一コンピュータ上の前記システムレイヤプロセスグループのうちの少なくとも一つが依存している前記リソースの前記故障の際に前記第二コンピュータ上で前記対になったプロセスグループを起動する段階；を有することを特徴とするアプリケーション実現方法。

【請求項 5】 前記方法が、さらに、前記第一コンピュータ上の前記システムレイヤプロセスグループのうちの少なくとも一つが依存している前記リソースの前記故障を回復する目的での前記第一コンピュータの前記再起動が失敗した場合に前記第一コンピュータの電源の切断・再投入を行なう独立コンピュータを用いる段階；を組み合わせることを特徴とする請求項 4 記載のアプリケーション実現方法。

【請求項 6】 前記方法が、さらに、前記第一コンピュータ上の前記システムレイヤプロセスグループのうちの少なくとも一つが依存している前記リソースの前記故障を回復する目的での前記第一コンピュータの前記電源切断・再投入が失敗した場合に前記第一コンピュータの電源を切断する独立コンピュータを用いる段階；を組み合わせることを特徴とする請求項 5 記載のアプリケーション実現方法。

## 3

【請求項7】 高利用可能性アプリケーション実現方法において、当該方法が、

A. 少なくとも二つのコンピュータにおいて単一あるいは複数のプロセスグループを実行する段階；ここで、前記プロセスグループのうちの少なくとも一つは前記プロセスグループのうちの前記少なくとも一つに対して共通である故障回復戦略を有する単一あるいは複数のプロセスを有している；

B. 前記少なくとも二つのコンピュータのうちの少なくとも一つにおいて、前記単一あるいは複数のプロセスグループのうちの少なくとも一つに対する故障回復戦略を開始するプロセスグループマネージャを実行する段階；

C. 前記少なくとも二つのコンピュータのうちの少なくとも第一のものにおいて、少なくとも一つのプロセスグループを有するシステムレイヤを実現する段階；

D. 前記第一のコンピュータ上でシステムレイヤプロセスグループ故障が発生した際に前記第一コンピュータ上の前記プロセスグループの全てを機能停止にする段階；

E. 前記第一コンピュータ上でシステムレイヤプロセスグループ故障が発生した際に前記第一コンピュータを再起動する段階；

F. 少なくとも前記第一コンピュータ上で少なくとも一つのプロセスグループを有するプラットフォームレイヤを実現する段階；

G. 前記第一コンピュータ上でプラットフォームレイヤプロセスグループ故障が発生した場合に前記第一コンピュータ上の、前記システムレイヤ内の前記少なくとも一つのプロセスグループの各々を除く全てのプロセスグループを機能停止にする段階；

H. 前記少なくとも二つのコンピュータのうちの第二のものにおいて少なくとも一つの対になったプロセスグループを実現する段階；ここで、前記対になったプロセスグループは前記第一コンピュータ上の前記プロセスグループのうちの一つと対を構成している；及び、

I. 前記第一コンピュータ上で前記プラットフォームレイヤプロセスグループ故障が発生した場合に前記第二コンピュータ上で前記対になったプロセスグループを起動する段階；を組み合わせることを特徴とするアプリケーション実現方法。

【請求項8】 前記方法が、さらに、前記第一コンピュータ上で前記プラットフォームレイヤプロセスグループ故障が発生した場合に、前記第一コンピュータ上の前記システムレイヤ内の前記少なくとも一つのプロセスグループの各々を除く全てのプロセスグループを再初期化（リイニシャライズ）する段階；を組み合わせることを特徴とする請求項7記載のアプリケーション実現方法。

【請求項9】 前記方法が、さらに、前記プラットフォームレイヤプロセスグループ故障を回復する目的の前記

## 4

再初期化が失敗した場合に前記第一コンピュータを再起動する段階；を組み合わせることを特徴とする請求項8記載のアプリケーション実現方法。

【請求項10】 前記方法が、さらに、前記プラットフォームレイヤプロセスグループ故障を回復する目的での前記第一コンピュータの前記再起動が失敗した場合に前記第一コンピュータの電源の切断・再投入を行なう独立コンピュータを用いる段階；を組み合わせることを特徴とする請求項9記載のアプリケーション実現方法。

【請求項11】 前記方法が、さらに、前記プラットフォームレイヤプロセスグループ故障を回復する目的での前記第一コンピュータの前記電源切断・再投入が失敗した場合に前記第一コンピュータの電源を切断する独立コンピュータを用いる段階；を組み合わせることを特徴とする請求項10記載のアプリケーション実現方法。

【請求項12】 高利用可能性アプリケーション実現方法において、当該方法が、

A. 少なくとも二つのコンピュータにおいて単一あるいは複数のプロセスグループを実行する段階；ここで、前記プロセスグループのうちの少なくとも一つは前記プロセスグループのうちの前記少なくとも一つに対して共通である故障回復戦略を有する単一あるいは複数のプロセスを有している；

B. 前記少なくとも二つのコンピュータのうちの少なくとも一つにおいて、前記単一あるいは複数のプロセスグループのうちの少なくとも一つに対する故障回復戦略を開始するプロセスグループマネージャを実行する段階；

C. 前記少なくとも二つのコンピュータのうちの少なくとも第一のものにおいて、少なくとも一つのプロセスグループを有するシステムレイヤを実現する段階；

D. 前記第一のコンピュータ上でシステムレイヤプロセスグループ故障が発生した際に前記第一コンピュータ上の前記プロセスグループの全てを機能停止にする段階；

E. 前記第一コンピュータ上でシステムレイヤプロセスグループ故障が発生した際に前記第一コンピュータを再起動する段階；

F. 前記少なくとも二つのコンピュータのうちの少なくとも第一のものにおいて少なくとも一つのプロセスグループを有するプラットフォームレイヤを実現する段階；

G. 前記第一コンピュータ上の前記プラットフォームレイヤプロセスグループのうちの少なくとも一つが依存しているリソースが故障した際に前記第一コンピュータ上の前記システムレイヤにおける前記少なくとも一つのプロセスグループのうちの各々を除く全ての前記プロセスを機能停止にする段階；

H. 前記少なくとも二つのコンピュータのうちの第二のものにおいて少なくとも一つの対になったプロセスグル

ープを実現する段階；ここで、前記少なくとも一つの対になったプロセスグループは前記第一コンピュータ上の前記プロセスグループのうちの一つと対を構成している；及び、

I. 前記第一コンピュータ上の前記プラットフォームレイヤプロセスグループのうちの一つが依存している前記リソースの前記故障の際に前記第二コンピュータ上の前記少なくとも一つの対になったプロセスグループを起動する段階；を有することを特徴とするアプリケーション実現方法。

【請求項13】 前記方法が、さらに、

A. 前記故障を有する前記リソースを再初期化する段階；及び、

B. 前記第一コンピュータ上の前記プラットフォームレイヤプロセスグループのうちの一つが依存している前記リソースの前記故障の際に前記第一コンピュータ上の前記システムレイヤにおける前記少なくとも一つのプロセスグループの各々を除く全てのプロセスを再初期化する段階；を組み合わせて有することを特徴とする請求項12記載のアプリケーション実現方法。

【請求項14】 前記方法が、さらに、前記第一コンピュータ上の前記プラットフォームレイヤプロセスグループのうちの一つが依存している前記リソースの前記故障を回復する目的での前記再初期化が失敗した場合に前記第一コンピュータを再起動する段階；を組み合わせて有することを特徴とする請求項13記載のアプリケーション実現方法。

【請求項15】 前記方法が、さらに、前記第一コンピュータ上の前記プラットフォームレイヤプロセスグループのうちの一つが依存している前記リソースの前記故障を回復する目的での前記第一コンピュータの前記再起動が失敗した場合に前記第一コンピュータの電源の切断・再投入を行なう独立コンピュータを用いる段階；を組み合わせて有することを特徴とする請求項14記載のアプリケーション実現方法。

【請求項16】 前記方法が、さらに、前記第一コンピュータ上の前記プラットフォームレイヤプロセスグループのうちの一つが依存している前記リソースの前記故障を回復する目的での前記第一コンピュータの前記電源切断・再投入が失敗した場合に前記第一コンピュータの電源を切断する独立コンピュータを用いる段階；を組み合わせて有することを特徴とする請求項15記載のアプリケーション実現方法。

【請求項17】 高利用可能性アプリケーション実現方法において、当該方法が、

A. 少なくとも二つのコンピュータにおいて単一あるいは複数のプロセスグループを実行する段階；ここで、前記プロセスグループのうちの一つは前記プロセスグループのうちの前記少なくとも一つに対して共通である故障回復戦略を有する単一あるいは複数のプ

ロセスを有している；

B. 前記少なくとも二つのコンピュータのうちの一つにおいて、前記単一あるいは複数のプロセスグループのうちの一つに対する故障回復戦略を開始するプロセスグループマネージャを実行する段階；

C. 前記少なくとも二つのコンピュータのうちの一つと第一のものにおいて、少なくとも一つのプロセスグループを有するシステムレイヤを実現する段階；

10 D. 前記第一のコンピュータ上でシステムレイヤプロセスグループ故障が発生した際に前記第一コンピュータ上の前記プロセスグループの全てを機能停止にする段階；

E. 前記第一コンピュータ上でシステムレイヤプロセスグループ故障が発生した際に前記第一コンピュータを再起動する段階；

F. 前記少なくとも二つのコンピュータのうちの一つと第一のものにおいて少なくとも一つのプロセスグループを有するプラットフォームレイヤを実現する段階；

G. 前記第一コンピュータ上で発生したプラットフォームレイヤ故障の際に前記プラットフォームレイヤプロセスグループのうちの一つを再始動（リスタート）する段階；

H. 前記プラットフォームレイヤ故障を回復する目的での前記再始動が失敗した際に前記第一コンピュータ上の前記システムレイヤ内の前記少なくとも一つのプロセスグループの各々を除く前記プロセスグループの全てを機能停止にする段階；

I. 前記少なくとも二つのコンピュータのうちの一つのものにおいて少なくとも一つの対になったプロセスグループを実現する段階；ここで、前記少なくとも一つの対になったプロセスグループは前記第一コンピュータ上の前記プロセスグループのうちの一つと対を構成している；及び、

J. 前記プラットフォームレイヤプロセスグループ故障を回復する目的での前記再始動が失敗した際に前記第二コンピュータ上の前記少なくとも一つの対になったプロセスグループを起動する段階；を組み合わせて有することを特徴とするアプリケーション実現方法。

【請求項18】 前記方法が、さらに、前記プラットフォームレイヤプロセスグループ故障を回復する目的での前記再始動が失敗した際に前記第一コンピュータ上の前記システムレイヤ内の前記少なくとも一つのプロセスグループの各々を除く前記プロセスグループの全てを再初期化する段階；を組み合わせて有することを特徴とする請求項17記載のアプリケーション実現方法。

【請求項19】 前記方法が、さらに、前記プラットフォームレイヤプロセスグループ故障を回復する目的での前記再初期化が失敗した際に前記第一コンピュータを再起動する段階；を組み合わせて有することを特徴とする請求項18記載のアプリケーション実現方法。

【請求項20】 前記方法が、さらに、前記プラットフォームレイヤプロセスグループ故障を回復する目的での前記再起動が失敗した際に前記第一コンピュータの電源を切断・再投入する目的で独立コンピュータを利用する段階；を組み合わせて有することを特徴とする請求項19記載のアプリケーション実現方法。

【請求項21】 前記方法が、さらに、前記プラットフォームレイヤプロセスグループ故障を回復する目的での前記第一コンピュータの前記電源切断・再投入が失敗した際に前記第一コンピュータの電源を切断する目的で独立コンピュータを利用する段階；を組み合わせて有することを特徴とする請求項20記載のアプリケーション実現方法。

【請求項22】 高利用可能性アプリケーション実現方法において、当該方法が、

A. 少なくとも二つのコンピュータにおいて単一あるいは複数個のプロセスグループを実行する段階；ここで、前記プロセスグループのうちの少なくとも一つは前記プロセスグループのうちの前記少なくとも一つに対して共通である故障回復戦略を有する単一あるいは複数個のプロセスを有している；

B. 前記少なくとも二つのコンピュータのうちの少なくとも一つにおいて、前記単一あるいは複数個のプロセスグループのうちの少なくとも一つに対する故障回復戦略を開始するプロセスグループマネージャを実行する段階；

C. 前記少なくとも第一コンピュータにおいて、少なくとも一つのプロセスグループを有するシステムレイヤを実現する段階；

D. 前記第一のコンピュータ上でシステムレイヤプロセスグループ故障が発生した際に前記第一コンピュータ上の前記プロセスグループの全てを機能停止にする段階；

E. 前記第一コンピュータ上でシステムレイヤプロセスグループ故障が発生した際に前記第一コンピュータを再起動する段階；

F. 前記少なくとも二つのコンピュータのうちの少なくとも第一のものにおいて少なくとも一つのプロセスグループを有するアプリケーションレイヤを実現する段階；

G. 前記第一コンピュータにおける前記少なくとも一つの前記アプリケーションレイヤプロセスグループの故障の際に前記第一コンピュータ上の前記少なくとも一つの前記アプリケーションレイヤプロセスグループを機能停止にする段階；

H. 前記少なくとも二つのコンピュータのうちの第二のものにおいて少なくとも一つの対になったプロセスグループを実現する段階；ここで、前記対になったプロセスグループは前記第一コンピュータ上の機能停止にさせられた前記少なくとも一つの前記アプリケーションレイヤプロセスグループのうちの一つと対を構成している；

I. 前記第一コンピュータ上の前記少なくとも一つのア

プリケーションレイヤプロセスグループの前記故障の際に前記第二コンピュータ上の前記対になったプロセス留グループを起動する段階；及び、

J. 前記第一コンピュータ上の前記故障を有する前記アプリケーションレイヤプロセスグループを機能停止にすることが不可能である際に前記第一コンピュータ上の前記システムレイヤ内の前記少なくとも一つのプロセスグループの各々を除く前記プロセスグループの全てを再初期化する段階；を組み合わせて有することを特徴とするアプリケーション実現方法。

【請求項23】 前記方法が、さらに、前記アプリケーションレイヤプロセスグループ故障を回復する目的での前記再初期化が失敗した際に前記第一コンピュータを再起動する段階；を組み合わせて有することを特徴とする請求項22記載のアプリケーション実現方法。

【請求項24】 前記方法が、さらに、前記アプリケーションレイヤプロセスグループ故障を回復する目的での前記第一コンピュータの前記再起動が失敗した際に前記第一コンピュータの電源を切断・再投入する目的で独立コンピュータを利用する段階；を組み合わせて有することを特徴とする請求項23記載のアプリケーション実現方法。

【請求項25】 前記方法が、さらに、前記アプリケーションレイヤプロセスグループ故障を回復する目的での前記第一コンピュータの前記電源切断・再投入が失敗した際に前記第一コンピュータの電源を切断する目的で独立コンピュータを利用する段階；を組み合わせて有することを特徴とする請求項24記載のアプリケーション実現方法。

【請求項26】 高利用可能性アプリケーション実現方法において、当該方法が、

A. 少なくとも二つのコンピュータにおいて単一あるいは複数個のプロセスグループを実行する段階；ここで、前記プロセスグループのうちの少なくとも一つは前記プロセスグループのうちの前記少なくとも一つに対して共通である故障回復戦略を有する単一あるいは複数個のプロセスを有している；

B. 前記少なくとも二つのコンピュータのうちの少なくとも一つにおいて、前記単一あるいは複数個のプロセスグループのうちの少なくとも一つに対する故障回復戦略を開始するプロセスグループマネージャを実行する段階；

C. 前記少なくとも二つのコンピュータのうちの少なくとも第一のものにおいて少なくとも二つのプロセスグループを有するアプリケーションレイヤを実現する段階；

D. 前記少なくとも二つのアプリケーションレイヤプロセスグループのうちの少なくとも第二のものに対する前記少なくとも二つのアプリケーションレイヤプロセスグループのうちの少なくとも第一のもののからの依存関係を規定する段階；

10

20

30

40

50

E. 前記第一コンピュータ上の前記第二アプリケーションレイヤプロセスグループの故障の際に前記第一コンピュータ上の前記第一及び第二アプリケーションレイヤプロセスグループを機能停止にする段階；F. 前記少なくとも二つのコンピュータのうちの第二のものにおいて少なくとも一つの対になったプロセスグループを実現する段階；ここで、前記対になったプロセスグループは前記第一コンピュータ上の前記第二アプリケーションレイヤプロセスグループと対を構成している；及び、  
G. 前記第一コンピュータ上の前記第二アプリケーションレイヤプロセスグループの前記故障の際に前記第二コンピュータ上の前記対になったプロセスグループを起動する段階；を組み合わせることを特徴とするアプリケーション実現方法。

【請求項 2 7】 前記方法が、さらに、

A. 少なくとも前記第一コンピュータにおいて少なくとも一つのプロセスグループを有するシステムレイヤを実現する段階；  
B. 前記第一のコンピュータ上でシステムレイヤプロセスグループ故障が発生した際に前記第一コンピュータ上の前記プロセスグループの全てを機能停止にする段階；  
C. 前記第一コンピュータ上でシステムレイヤプロセスグループ故障が発生した際に前記第一コンピュータを再起動する段階；及び、  
D. 前記第一コンピュータ上の前記第一アプリケーションレイヤプロセスグループを機能停止にすることが不可能である際に前記第一コンピュータ上の前記システムレイヤ内の前記少なくとも一つのプロセスグループの各々を除く前記プロセスグループ全てを再初期化する段階；を組み合わせることを特徴とする請求項 2 6 記載のアプリケーション実現方法。

【請求項 2 8】 前記方法が、さらに、前記第二アプリケーションレイヤプロセスグループの前記故障を回復する目的での前記再初期化が失敗した際に前記第一コンピュータを再起動する段階；を組み合わせることを特徴とする請求項 2 7 記載のアプリケーション実現方法。

【請求項 2 9】 前記方法が、さらに、前記第二アプリケーションレイヤプロセスグループの前記故障を回復する目的での前記第一コンピュータの前記再起動が失敗した際に前記第一コンピュータの電源を切断・再投入する目的で独立コンピュータを利用する段階；を組み合わせることを特徴とする請求項 2 8 記載のアプリケーション実現方法。

【請求項 3 0】 前記方法が、さらに、前記第二アプリケーションレイヤプロセスグループの前記故障を回復する目的での前記第一コンピュータの前記電源切断・再投入が失敗した際に前記第一コンピュータの電源を切断する目的で独立コンピュータを利用する段階；を組み合わせることを特徴とする請求項 2 9 記載のアプリケ

ーション実現方法。

【請求項 3 1】 高利用可能性アプリケーション実現方法において、当該方法が、

A. 少なくとも二つのコンピュータにおいて単一あるいは複数のプロセスグループを実行する段階；ここで、前記プロセスグループのうちの少なくとも一つは前記プロセスグループのうちの前記少なくとも一つに対して共通である故障回復戦略を有する単一あるいは複数のプロセスを有している；

10 B. 前記少なくとも二つのコンピュータのうちの少なくとも一つにおいて、前記単一あるいは複数のプロセスグループのうちの少なくとも一つに対する故障回復戦略を開始するプロセスグループマネージャを実行する段階；

C. 前記少なくとも二つのコンピュータのうちの少なくとも第一のものにおいて少なくとも二つのプロセスグループを有するアプリケーションレイヤを実現する段階；

D. 前記少なくとも一つのアพลิเคชันレイヤプロセスグループが依存しているリソースの故障の際に前記第一コンピュータ上の前記少なくとも一つのアพลิเคชันレイヤプロセスグループを機能停止にする段階；

E. 前記少なくとも二つのコンピュータのうちの第二のものにおいて少なくとも一つの対になったプロセスグループを実現する段階；ここで、前記対になったプロセスグループは前記第一コンピュータ上の前記少なくとも一つのアพลิเคชันレイヤプロセスグループのうちの

一つと対を構成している；及び、  
F. 前記少なくとも一つのアพลิเคชันレイヤプロセスグループが依存している前記リソースの前記故障の際に前記第二コンピュータ上の前記対になったプロセスグループを起動する段階；を組み合わせることを特徴とするアプリケーション実現方法。

【請求項 3 2】 前記方法が、さらに、

A. 少なくとも前記第一コンピュータにおいて少なくとも一つのプロセスグループを有するシステムレイヤを実現する段階；

B. 前記第一のコンピュータ上でシステムレイヤプロセスグループ故障が発生した際に前記第一コンピュータ上の前記プロセスグループの全てを機能停止にする段階；

40 C. 前記第一コンピュータ上でシステムレイヤプロセスグループ故障が発生した際に前記第一コンピュータを再起動する段階；

D. 前記故障を有する前記リソースを再初期化する段階；及び、

E. 前記第一コンピュータ上の前記少なくとも一つのアพลิเคชันレイヤプロセスグループを機能停止にすることが不可能である場合に前記第一コンピュータ上の前記システムレイヤ内の前記少なくとも一つのプロセスグループの各々を除く前記プロセスグループ全てを再初期化する段階；を組み合わせることを特徴とする

請求項31記載のアプリケーション実現方法。

【請求項33】前記方法が、さらに、前記少なくとも一つのアプリケーションレイヤプロセスグループが依存している前記リソースの前記故障を回復する目的での前記再初期化が失敗した際に前記第一コンピュータを再起動する段階；を組み合わせることを特徴とする請求項32記載のアプリケーション実現方法。

【請求項34】前記方法が、さらに、前記少なくとも一つのアプリケーションレイヤプロセスグループが依存している前記リソースの前記故障を回復する目的での前記第一コンピュータの前記再起動が失敗した際に前記第一コンピュータの電源を切断・再投入する目的で独立コンピュータを利用する段階；を組み合わせることを特徴とする請求項33記載のアプリケーション実現方法。

【請求項35】前記方法が、さらに、前記少なくとも一つのアプリケーションレイヤプロセスグループが依存している前記リソースの前記故障を回復する目的での前記第一コンピュータの前記電源切断・再投入が失敗した際に前記第一コンピュータの電源を切断する目的で独立コンピュータを利用する段階；を組み合わせることを特徴とする請求項34記載のアプリケーション実現方法。

【請求項36】高利用可能性アプリケーション実現方法において、当該方法が、

A. 少なくとも二つのコンピュータにおいて単一あるいは複数のプロセスグループを実行する段階；ここで、前記プロセスグループのうちの少なくとも一つは前記プロセスグループのうちの前記少なくとも一つに対して共通である故障回復戦略を有する単一あるいは複数のプロセスを有している；

B. 前記少なくとも二つのコンピュータのうちの少なくとも一つにおいて、前記単一あるいは複数のプロセスグループのうちの少なくとも一つに対する故障回復戦略を開始するプロセスグループマネージャを実行する段階；

C. 前記少なくとも第一コンピュータにおいて、少なくとも一つのプロセスグループを有するシステムレイヤを実現する段階；

D. 前記第一のコンピュータ上でシステムレイヤプロセスグループ故障が発生した際に前記第一コンピュータ上の前記プロセスグループの全てを機能停止にする段階；

E. 前記第一コンピュータ上でシステムレイヤプロセスグループ故障が発生した際に前記第一コンピュータを再起動する段階；

F. 前記少なくとも二つのコンピュータのうちの少なくとも第一のものにおいて少なくとも一つのプロセスグループを有するアプリケーションレイヤを実現する段階；

G. 前記少なくとも一つのアプリケーションレイヤプロセスグループにおける故障の際に前記第一コンピュータ

上の前記少なくとも一つのプロセスグループを再起動する段階；

H. 前記少なくとも一つのアプリケーションレイヤプロセスグループにおける前記故障を回復する目的での前記再起動が失敗した際に前記第一コンピュータ上の前記少なくとも一つのプロセスグループを機能停止にする段階；

I. 前記少なくとも二つのコンピュータのうちの第二のものにおいて少なくとも一つの対になったプロセスグループを実現する段階；ここで、前記対になったプロセスグループは前記第一コンピュータ上で機能停止にさせられた前記少なくとも一つのプロセスグループのうちのひとつと対を構成している；

J. 前記第一コンピュータ上の機能停止にさせられた前記少なくとも一つのプロセスグループの前記故障を回復する目的での前記再起動が失敗した際に前記第二コンピュータ上の前記対になったプロセスグループを起動する段階；及び、

K. 前記第一コンピュータ上の前記欠陥を有する前記アプリケーションレイヤプロセスグループを機能停止にすることが不可能である場合に前記第一コンピュータ上の前記システムレイヤ内の前記少なくとも一つのプロセスグループの各々を除く前記プロセスグループ全てを再初期化する段階；を組み合わせることを特徴とするアプリケーション実現方法。

【請求項37】前記方法が、さらに、前記アプリケーションレイヤプロセスグループ故障を回復する目的での前記再初期化が失敗した場合に前記第一コンピュータを再起動する段階；を組み合わせることを特徴とする請求項36記載のアプリケーション実現方法。

【請求項38】前記方法が、さらに、前記アプリケーションレイヤプロセスグループ故障を回復する目的での前記第一コンピュータの前記再起動が失敗した場合に前記第一コンピュータの電源を切断・再投入する目的で独立コンピュータを利用する段階；を組み合わせることを特徴とする請求項37記載のアプリケーション実現方法。

【請求項39】前記方法が、さらに、前記アプリケーションレイヤプロセスグループ故障を回復する目的での前記第一コンピュータの前記電源切断・再投入が失敗した場合に前記第一コンピュータの電源を切断する目的で独立コンピュータを利用する段階；を組み合わせることを特徴とする請求項38記載のアプリケーション実現方法。

【請求項40】高利用可能性アプリケーション実現方法において、当該方法が、

A. 少なくとも二つのコンピュータにおいて単一あるいは複数のプロセスグループを実行する段階；ここで、前記プロセスグループのうちの少なくとも一つは前記プロセスグループのうちの前記少なくとも一つに対して共

10

20

30

40

50

通である故障回復戦略を有する単一あるいは複数のプロセスを有している；

B. 前記少なくとも二つのコンピュータのうちの少なくとも一つにおいて、前記単一あるいは複数のプロセスグループのうちの少なくとも一つに対する故障回復戦略を開始するプロセスグループマネージャを実行する段階；

C. 前記少なくとも二つのコンピュータのうちの少なくとも第一のものにおいて少なくとも二つのプロセスグループを有するアプリケーションレイヤを実現する段階；

D. 前記少なくとも二つのアプリケーションレイヤプロセスグループのうちの少なくとも第二のものに対する前記少なくとも二つのアプリケーションレイヤプロセスグループのうちの少なくとも第一のものの依存関係を規定する段階；

E. 前記第二アプリケーションレイヤプロセスグループ内の故障の際に前記第一コンピュータ上の前記第二アプリケーションレイヤプロセスグループを再始動する段階；

F. 前記第一コンピュータ上の前記第二アプリケーションレイヤプロセスグループの故障の際に前記第一コンピュータ上の前記第一及び第二アプリケーションレイヤプロセスグループを機能停止にする段階；

G. 前記少なくとも二つのコンピュータのうちの第二のものにおいて少なくとも一つの対になったプロセスグループを実現する段階；ここで、前記対になったプロセスグループは前記第一コンピュータ上の前記第二アプリケーションレイヤプロセスグループと対を構成している；及び、

H. 前記第二アプリケーションレイヤプロセスグループ内の前記故障を回復する目的での前記再始動が失敗した際に前記第二コンピュータ上の前記少なくとも一つの対になったプロセスグループを起動する段階；を組み合わせることを特徴とするアプリケーション実現方法。

【請求項41】 前記方法が、さらに、

A. 少なくとも前記第一コンピュータにおいて少なくとも一つのプロセスグループを有するシステムレイヤを実現する段階；

B. 前記第一のコンピュータ上でシステムレイヤプロセスグループ故障が発生した際に前記第一コンピュータ上の前記プロセスグループの全てを機能停止にする段階；

C. 前記第一コンピュータ上でシステムレイヤプロセスグループ故障が発生した際に前記第一コンピュータを再起動する段階；及び、

D. 前記第一コンピュータ上の前記第一アプリケーションレイヤプロセスグループを機能停止にすることが不可能である際に前記第一コンピュータ上の前記システムレイヤ内の前記少なくとも一つのプロセスグループの各々を除く前記プロセスグループ全てを再初期化する段階；

を組み合わせることを特徴とする請求項40記載のアプリケーション実現方法。

【請求項42】 前記方法が、さらに、前記第二アプリケーションレイヤプロセスグループの前記故障を回復する目的での前記再初期化が失敗した際に前記第一コンピュータを再起動する段階；を組み合わせることを特徴とする請求項41記載のアプリケーション実現方法。

【請求項43】 前記方法が、さらに、前記第二アプリケーションレイヤプロセスグループの前記故障を回復する目的での前記第一コンピュータの前記再起動が失敗した際に前記第一コンピュータの電源を切断・再投入する目的で独立コンピュータを利用する段階；を組み合わせることを特徴とする請求項42記載のアプリケーション実現方法。

【請求項44】 前記方法が、さらに、前記第二アプリケーションレイヤプロセスグループの前記故障を回復する目的での前記第一コンピュータの前記電源切断・再投入が失敗した際に前記第一コンピュータの電源を切断する目的で独立コンピュータを利用する段階；を組み合わせることを特徴とする請求項43記載のアプリケーション実現方法。

【請求項45】 高利用可能性アプリケーション実現装置において、当該装置が、

A. 少なくとも二つのコンピュータにおいて単一あるいは複数のプロセスグループを実行する手段；ここで、前記プロセスグループのうちの少なくとも一つは前記プロセスグループのうちの前記少なくとも一つに対して共通である故障回復戦略（フォールトリカバリストラテジ）を有する単一あるいは複数のプロセスを有している；

B. 前記少なくとも二つのコンピュータのうちの少なくとも一つにおいて、前記単一あるいは複数のプロセスグループのうちの少なくとも一つに対する故障回復戦略を開始するプロセスグループマネージャを実行する手段；

C. 前記少なくとも二つのコンピュータのうちの少なくとも第一のものにおいて、少なくとも一つのプロセスグループを有するシステムレイヤを実現する手段；

D. 前記第一のコンピュータ上でシステムレイヤプロセスグループ故障が発生した際に前記第一コンピュータ上の前記プロセスグループの全てを機能停止にする手段；

E. 前記第一コンピュータ上でシステムレイヤプロセスグループ故障が発生した際に前記第一コンピュータを再起動（リブート）する手段；

F. 前記少なくとも二つのコンピュータのうちの第二のものにおいて少なくとも一つの対になったプロセスグループを実現する手段；ここで、前記対になったプロセスグループは前記第一コンピュータ上の前記単一あるいは複数のプロセスグループのうちの一つと対を構成して



いる；及び、

G. 前記第一コンピュータ上でシステムレイヤプロセスグループ故障が発生した場合に前記第二コンピュータ上で前記対になったプロセスグループを起動（アクティベート）する手段；を組み合わせることを特徴とするアプリケーション実現装置。

【請求項46】 前記装置が、さらに、前記システムレイヤプロセスグループ故障を回復する目的での前記第一コンピュータの前記再起動が失敗した場合に前記第一コンピュータの電源の切断・再投入を行なう目的で独立したコンピュータを用いる手段；を組み合わせることを特徴とする請求項45記載のアプリケーション実現装置。

【請求項47】 前記装置が、さらに、前記システムレイヤプロセスグループ故障を回復する目的での前記第一コンピュータの前記前記第一コンピュータの電源の切断・再投入が失敗した場合に前記第一コンピュータの電源を切断する目的で独立したコンピュータを用いる手段；を組み合わせることを特徴とする請求項46記載のアプリケーション実現装置。

【請求項48】 高利用可能性アプリケーション実現装置において、当該装置が、

A. 少なくとも二つのコンピュータにおいて単一あるいは複数個のプロセスグループを実行する手段；ここで、前記プロセスグループのうちの少なくとも一つは前記プロセスグループのうちの前記少なくとも一つに対して共通である故障回復戦略を有する単一あるいは複数個のプロセスを有している；

B. 前記少なくとも二つのコンピュータのうちの少なくとも一つにおいて、前記単一あるいは複数個のプロセスグループのうちの少なくとも一つに対する故障回復戦略を開始するプロセスグループマネージャを実行する手段；

C. 前記少なくとも二つのコンピュータのうちの少なくとも第一のものにおいて、少なくとも一つのプロセスグループを有するシステムレイヤを実現する手段；

D. 前記第一コンピュータ上の前記システムレイヤプロセスグループのうちの少なくとも一つが依存しているリソースにおける故障が発生した場合に前記第一コンピュータ上の前記プロセスグループの全てを機能停止にする手段；

E. 前記第一コンピュータ上の前記システムレイヤプロセスグループのうちの少なくとも一つが依存している前記リソースの前記故障の際に前記第一コンピュータを再起動する手段；

F. 前記少なくとも二つのコンピュータのうちの第二のものにおいて少なくとも一つの対になったプロセスグループを実現する手段；ここで、前記対になったプロセスグループは前記第一コンピュータ上の前記プロセスグループのうちの一つと対を構成している；及び、

G. 前記第一コンピュータ上の前記システムレイヤプロセスグループのうちの少なくとも一つが依存している前記リソースの前記故障の際に前記第二コンピュータ上で前記対になったプロセスグループを起動する手段；を有することを特徴とするアプリケーション実現装置。

【請求項49】 前記装置が、さらに、前記第一コンピュータ上の前記システムレイヤプロセスグループのうちの少なくとも一つが依存している前記リソースの前記故障を回復する目的での前記第一コンピュータの前記再起動が失敗した場合に前記第一コンピュータの電源の切断・再投入を行なう独立コンピュータを用いる手段；を組み合わせることを特徴とする請求項48記載のアプリケーション実現装置。

【請求項50】 前記装置が、さらに、前記第一コンピュータ上の前記システムレイヤプロセスグループのうちの少なくとも一つが依存している前記リソースの前記故障を回復する目的での前記第一コンピュータの前記電源切断・再投入が失敗した場合に前記第一コンピュータの電源を切断する独立コンピュータを用いる手段；を組み合わせることを特徴とする請求項49記載のアプリケーション実現装置。

【請求項51】 高利用可能性アプリケーション実現装置において、当該装置が、

A. 少なくとも二つのコンピュータにおいて単一あるいは複数個のプロセスグループを実行する手段；ここで、前記プロセスグループのうちの少なくとも一つは前記プロセスグループのうちの前記少なくとも一つに対して共通である故障回復戦略を有する単一あるいは複数個のプロセスを有している；

B. 前記少なくとも二つのコンピュータのうちの少なくとも一つにおいて、前記単一あるいは複数個のプロセスグループのうちの少なくとも一つに対する故障回復戦略を開始するプロセスグループマネージャを実行する手段；

C. 前記少なくとも二つのコンピュータのうちの少なくとも第一のものにおいて、少なくとも一つのプロセスグループを有するシステムレイヤを実現する手段；

D. 前記第一のコンピュータ上でシステムレイヤプロセスグループ故障が発生した際に前記第一コンピュータ上の前記プロセスグループの全てを機能停止にする手段；

E. 前記第一コンピュータ上でシステムレイヤプロセスグループ故障が発生した際に前記第一コンピュータを再起動する手段；

F. 少なくとも前記第一コンピュータ上で少なくとも一つのプロセスグループを有するプラットフォームレイヤを実現する手段；

G. 前記第一コンピュータ上でプラットフォームレイヤプロセスグループ故障が発生した場合に前記第一コンピュータ上の、前記システムレイヤ内の前記少なくとも一つのプロセスグループの各々を除く全てのプロセスグル

ープを機能停止にする手段；

H. 前記少なくとも二つのコンピュータのうちの第二のものにおいて少なくとも一つの対になったプロセスグループを実現する手段；ここで、前記対になったプロセスグループは前記第一コンピュータ上の前記プロセスグループのうちのひとつと対を構成している；及び、

I. 前記第一コンピュータ上で前記プラットフォームレイヤプロセスグループ故障が発生した場合に前記第二コンピュータ上で前記対になったプロセスグループを起動する手段；を組み合わせることを特徴とするアプリケーション実現装置。

【請求項 5 2】 前記装置が、さらに、前記第一コンピュータ上で前記プラットフォームレイヤプロセスグループ故障が発生した場合に、前記第一コンピュータ上の前記システムレイヤ内の前記少なくとも一つのプロセスグループの各々を除く全てのプロセスグループを再初期化（リイニシャライズ）する手段；を組み合わせることを特徴とする請求項 5 1 記載のアプリケーション実現装置。

【請求項 5 3】 前記装置が、さらに、前記プラットフォームレイヤプロセスグループ故障を回復する目的の前記再初期化が失敗した場合に前記第一コンピュータを再起動する手段；を組み合わせることを特徴とする請求項 5 2 記載のアプリケーション実現装置。

【請求項 5 4】 前記装置が、さらに、前記プラットフォームレイヤプロセスグループ故障を回復する目的での前記第一コンピュータの前記再起動が失敗した場合に前記第一コンピュータの電源の切断・再投入を行なう独立コンピュータを用いる手段；を組み合わせることを特徴とする請求項 5 3 記載のアプリケーション実現装置。

【請求項 5 5】 前記装置が、さらに、前記プラットフォームレイヤプロセスグループ故障を回復する目的での前記第一コンピュータの前記電源切断・再投入が失敗した場合に前記第一コンピュータの電源を切断する独立コンピュータを用いる手段；を組み合わせることを特徴とする請求項 5 4 記載のアプリケーション実現装置。

【請求項 5 6】 高利用可能性アプリケーション実現装置において、当該装置が、

A. 少なくとも二つのコンピュータにおいて単一あるいは複数のプロセスグループを実行する手段；ここで、前記プロセスグループのうちの少なくとも一つは前記プロセスグループのうちの前記少なくとも一つに対して共通である故障回復戦略を有する単一あるいは複数のプロセスを有している；

B. 前記少なくとも二つのコンピュータのうちの少なくとも一つにおいて、前記単一あるいは複数のプロセスグループのうちの少なくとも一つに対する故障回復戦略を開始するプロセスグループマネージャを実行する手

段；

C. 前記少なくとも二つのコンピュータのうちの少なくとも第一のものにおいて、少なくとも一つのプロセスグループを有するシステムレイヤを実現する手段；

D. 前記第一のコンピュータ上でシステムレイヤプロセスグループ故障が発生した際に前記第一コンピュータ上の前記プロセスグループの全てを機能停止にする手段；

E. 前記第一コンピュータ上でシステムレイヤプロセスグループ故障が発生した際に前記第一コンピュータを再起動する手段；

F. 前記少なくとも二つのコンピュータのうちの少なくとも第一のものにおいて少なくとも一つのプロセスグループを有するプラットフォームレイヤを実現する手段；

G. 前記第一コンピュータ上の前記プラットフォームレイヤプロセスグループのうちの少なくとも一つが依存しているリソースが故障した際に前記第一コンピュータ上の前記システムレイヤにおける前記少なくとも一つのプロセスグループのうちの各々を除く全ての前記プロセスを機能停止にする手段；

H. 前記少なくとも二つのコンピュータのうちの第二のものにおいて少なくとも一つの対になったプロセスグループを実現する手段；ここで、前記少なくとも一つの対になったプロセスグループは前記第一コンピュータ上の前記プロセスグループのうちのひとつと対を構成している；及び、

I. 前記第一コンピュータ上の前記プラットフォームレイヤプロセスグループのうちの少なくとも一つが依存している前記リソースの前記故障の際に前記第二コンピュータ上の前記少なくとも一つの対になったプロセスグループを起動する手段；を有することを特徴とするアプリケーション実現装置。

【請求項 5 7】 前記装置が、さらに、

A. 前記故障を有する前記リソースを再初期化する手段；及び、

B. 前記第一コンピュータ上の前記プラットフォームレイヤプロセスグループのうちの少なくとも一つが依存している前記リソースの前記故障の際に前記第一コンピュータ上の前記システムレイヤにおける前記少なくとも一つのプロセスグループの各々を除く全てのプロセスを再初期化する手段；を組み合わせることを特徴とする請求項 5 6 記載のアプリケーション実現装置。

【請求項 5 8】 前記装置が、さらに、前記第一コンピュータ上の前記プラットフォームレイヤプロセスグループのうちの少なくとも一つが依存している前記リソースの前記故障を回復する目的での前記再初期化が失敗した場合に前記第一コンピュータを再起動する手段；を組み合わせることを特徴とする請求項 5 7 記載のアプリケーション実現装置。

【請求項 5 9】 前記装置が、さらに、前記第一コンピュータ上の前記プラットフォームレイヤプロセスグルー

プのうちの少なくとも一つが依存している前記リソースの前記故障を回復する目的での前記第一コンピュータの前記再起動が失敗した場合に前記第一コンピュータの電源の切断・再投入を行なう独立コンピュータを用いる手段；を組み合わせることを特徴とする請求項 5 8 記載のアプリケーション実現装置。

【請求項 6 0】 前記装置が、さらに、前記第一コンピュータ上の前記プラットフォームレイヤプロセスグループのうちの少なくとも一つが依存している前記リソースの前記故障を回復する目的での前記第一コンピュータの前記電源切断・再投入が失敗した場合に前記第一コンピュータの電源を切断する独立コンピュータを用いる手段；を組み合わせることを特徴とする請求項 5 9 記載のアプリケーション実現装置。

【請求項 6 1】 高利用可能性アプリケーション実現装置において、当該装置が、

A. 少なくとも二つのコンピュータにおいて単一あるいは複数のプロセスグループを実行する手段；ここで、前記プロセスグループのうちの少なくとも一つは前記プロセスグループのうちの前記少なくとも一つに対して共通である故障回復戦略を有する単一あるいは複数のプロセスを有している；

B. 前記少なくとも二つのコンピュータのうちの少なくとも一つにおいて、前記単一あるいは複数のプロセスグループのうちの少なくとも一つに対する故障回復戦略を開始するプロセスグループマネージャを実行する手段；

C. 前記少なくとも二つのコンピュータのうちの少なくとも第一のものにおいて、少なくとも一つのプロセスグループを有するシステムレイヤを実現する手段；

D. 前記第一のコンピュータ上でシステムレイヤプロセスグループ故障が発生した際に前記第一コンピュータ上の前記プロセスグループの全てを機能停止にする手段；

E. 前記第一コンピュータ上でシステムレイヤプロセスグループ故障が発生した際に前記第一コンピュータを再起動する手段；

F. 前記少なくとも二つのコンピュータのうちの少なくとも第一のものにおいて少なくとも一つのプロセスグループを有するプラットフォームレイヤを実現する手段；

G. 前記第一コンピュータ上で発生したプラットフォームレイヤ故障の際に前記プラットフォームレイヤプロセスグループのうちの少なくとも一つを再始動（リスタート）する手段；

H. 前記プラットフォームレイヤ故障を回復する目的での前記再始動が失敗した際に前記第一コンピュータ上の前記システムレイヤ内の前記少なくとも一つのプロセスグループの各々を除く前記プロセスグループの全てを機能停止にする手段；

I. 前記少なくとも二つのコンピュータのうちの第二のものにおいて少なくとも一つの対になったプロセスグル

ープを実現する手段；ここで、前記少なくとも一つの対になったプロセスグループは前記第一コンピュータ上の前記プロセスグループのうちのひとつと対を構成している；及び、

J. 前記プラットフォームレイヤプロセスグループ故障を回復する目的での前記再始動が失敗した際に前記第二コンピュータ上の前記少なくとも一つの対になったプロセスグループを起動する手段；を組み合わせることを特徴とするアプリケーション実現装置。

10 【請求項 6 2】 前記装置が、さらに、前記プラットフォームレイヤプロセスグループ故障を回復する目的での前記再始動が失敗した際に前記第一コンピュータ上の前記システムレイヤ内の前記少なくとも一つのプロセスグループの各々を除く前記プロセスグループの全てを再初期化する手段；を組み合わせることを特徴とする請求項 6 1 記載のアプリケーション実現装置。

20 【請求項 6 3】 前記装置が、さらに、前記プラットフォームレイヤプロセスグループ故障を回復する目的での前記再初期化が失敗した際に前記第一コンピュータを再起動する手段；を組み合わせることを特徴とする請求項 6 2 記載のアプリケーション実現装置。

【請求項 6 4】 前記装置が、さらに、前記プラットフォームレイヤプロセスグループ故障を回復する目的での前記再起動が失敗した際に前記第一コンピュータの電源を切断・再投入する目的で独立コンピュータを利用する手段；を組み合わせることを特徴とする請求項 6 3 記載のアプリケーション実現装置。

30 【請求項 6 5】 前記装置が、さらに、前記プラットフォームレイヤプロセスグループ故障を回復する目的での前記第一コンピュータの前記電源切断・再投入が失敗した際に前記第一コンピュータの電源を切断する目的で独立コンピュータを利用する手段；を組み合わせることを特徴とする請求項 6 4 記載のアプリケーション実現装置。

【請求項 6 6】 高利用可能性アプリケーション実現装置において、当該装置が、

40 A. 少なくとも二つのコンピュータにおいて単一あるいは複数のプロセスグループを実行する手段；ここで、前記プロセスグループのうちの少なくとも一つは前記プロセスグループのうちの前記少なくとも一つに対して共通である故障回復戦略を有する単一あるいは複数のプロセスを有している；

B. 前記少なくとも二つのコンピュータのうちの少なくとも一つにおいて、前記単一あるいは複数のプロセスグループのうちの少なくとも一つに対する故障回復戦略を開始するプロセスグループマネージャを実行する手段；

50 C. 前記少なくとも第一コンピュータにおいて、少なくとも一つのプロセスグループを有するシステムレイヤを実現する手段；

D. 前記第一のコンピュータ上でシステムレイヤプロセスグループ故障が発生した際に前記第一コンピュータ上の前記プロセスグループの全てを機能停止にする手段；  
E. 前記第一コンピュータ上でシステムレイヤプロセスグループ故障が発生した際に前記第一コンピュータを再起動する手段；

F. 前記少なくとも二つのコンピュータのうちの少なくとも第一のものにおいて少なくとも一つのプロセスグループを有するアプリケーションレイヤを実現する手段；  
G. 前記第一コンピュータにおける前記少なくとも一つ

のアプリケーションレイヤプロセスグループの故障の際に前記第一コンピュータ上の前記少なくとも一つのア  
アプリケーションレイヤプロセスグループを機能停止にする手段；  
H. 前記少なくとも二つのコンピュータのうちの第二の

ものにおいて少なくとも一つの対になったプロセスグループを実現する手段；ここで、前記対になったプロセスグループは前記第一コンピュータ上の機能停止にさせられた前記少なくとも一つのア  
アプリケーションレイヤプロセスグループのうちの一つと対を構成している；

I. 前記第一コンピュータ上の前記少なくとも一つのア  
アプリケーションレイヤプロセスグループの前記故障の際に前記第二コンピュータ上の前記対になったプロセス留  
グループを起動する手段；及び、  
J. 前記第一コンピュータ上の前記故障を有する前記ア  
アプリケーションレイヤプロセスグループを機能停止に  
することが不可能である際に前記第一コンピュータ上の前  
記システムレイヤ内の前記少なくとも一つのプロセスグ  
ループの各々を除く前記プロセスグループの全てを再初  
期化する手段；を組み合わせることを特徴とする  
アプリケーション実現装置。

【請求項 6 7】 前記装置が、さらに、前記ア  
アプリケーションレイヤプロセスグループ故障を回復する目的での  
前記再初期化が失敗した際に前記第一コンピュータを再  
起動する手段；を組み合わせることを特徴とする  
請求項 6 6 記載のアプリケーション実現装置。

【請求項 6 8】 前記装置が、さらに、前記ア  
アプリケーションレイヤプロセスグループ故障を回復する目的での  
前記第一コンピュータの前記再起動が失敗した際に前記  
第一コンピュータの電源を切断・再投入する目的で独立  
コンピュータを利用する手段；を組み合わせることを特  
徴とする請求項 6 7 記載のアプリケーション実現  
装置。

【請求項 6 9】 前記装置が、さらに、前記ア  
アプリケーションレイヤプロセスグループ故障を回復する目的での  
前記第一コンピュータの前記電源切断・再投入が失敗し  
た際に前記第一コンピュータの電源を切断する目的で独  
立コンピュータを利用する手段；を組み合わせることを  
特徴とする請求項 6 8 記載のアプリケーション実  
現装置。

【請求項 7 0】 高利用可能性アプリケーション実現装  
置において、当該装置が、

A. 少なくとも二つのコンピュータにおいて単一あるい  
は複数個のプロセスグループを実行する手段；ここで、  
前記プロセスグループのうちの少なくとも一つは前記プ  
ロセスグループのうちの前記少なくとも一つに対して共  
通である故障回復戦略を有する単一あるいは複数個のプ  
ロセスを有している；B. 前記少なくとも二つのコンピ  
ュータのうちの少なくとも一つにおいて、前記単一ある  
いは複数個のプロセスグループのうちの少なくとも一つ  
に対する故障回復戦略を開始するプロセスグループマネ  
ージャを実行する手段；

C. 前記少なくとも二つのコンピュータのうちの少なく  
とも第一のものにおいて少なくとも二つのプロセスグル  
ープを有するアプリケーションレイヤを実現する手段；  
D. 前記少なくとも二つのアプリケーションレイヤプロ  
セスグループのうちの少なくとも第二のものに対する前  
記少なくとも二つのアプリケーションレイヤプロセスグ  
ループのうちの少なくとも第一のもののからの依存関係を  
規定する手段；

E. 前記第一コンピュータ上の前記第二ア  
アプリケーションレイヤプロセスグループの故障の際に前記第一コンピ  
ュータ上の前記第一及び第二アプリケーションレイヤプ  
ロセスグループを機能停止にする手段；

F. 前記少なくとも二つのコンピュータのうちの第二の  
ものにおいて少なくとも一つの対になったプロセスグル  
ープを実現する手段；ここで、前記対になったプロセス  
グループは前記第一コンピュータ上の前記第二ア  
アプリケーションレイヤプロセスグループと対を構成している；  
及び、

G. 前記第一コンピュータ上の前記第二ア  
アプリケーションレイヤプロセスグループの前記故障の際に前記第二コン  
ピュータ上の前記対になったプロセスグループを起動  
する手段；を組み合わせることを特徴とするア  
アプリケーション実現装置。

【請求項 7 1】 前記装置が、さらに、

A. 少なくとも前記第一コンピュータにおいて少なく  
とも一つのプロセスグループを有するシステムレイヤを  
実現する手段；

B. 前記第一のコンピュータ上でシステムレイヤプロセ  
スグループ故障が発生した際に前記第一コンピュータ上  
の前記プロセスグループの全てを機能停止にする手段；  
C. 前記第一コンピュータ上でシステムレイヤプロセス  
グループ故障が発生した際に前記第一コンピュータを再  
起動する手段；及び、

D. 前記第一コンピュータ上の前記第一ア  
アプリケーションレイヤプロセスグループを機能停止にすることが不可  
能である際に前記第一コンピュータ上の前記システムレ  
イヤ内の前記少なくとも一つのプロセスグループの各々  
を除く前記プロセスグループ全てを再初期化する手段；

を組み合わせることを特徴とする請求項 7 0 記載のアプリケーション実現装置。

【請求項 7 2】 前記装置が、さらに、前記第二アプリケーションレイヤプロセスグループの前記故障を回復する目的での前記再初期化が失敗した際に前記第一コンピュータを再起動する手段；を組み合わせることを特徴とする請求項 7 1 記載のアプリケーション実現装置。

【請求項 7 3】 前記装置が、さらに、前記第二アプリケーションレイヤプロセスグループの前記故障を回復する目的での前記第一コンピュータの前記再起動が失敗した際に前記第一コンピュータの電源を切断・再投入する目的で独立コンピュータを利用する手段；を組み合わせることを特徴とする請求項 7 2 記載のアプリケーション実現装置。

【請求項 7 4】 前記装置が、さらに、前記第二アプリケーションレイヤプロセスグループの前記故障を回復する目的での前記第一コンピュータの前記電源切断・再投入が失敗した際に前記第一コンピュータの電源を切断する目的で独立コンピュータを利用する手段；を組み合わせることを特徴とする請求項 7 3 記載のアプリケーション実現装置。

【請求項 7 5】 高利用可能性アプリケーション実現装置において、当該装置が、

A. 少なくとも二つのコンピュータにおいて単一あるいは複数のプロセスグループを実行する手段；ここで、前記プロセスグループのうちの少なくとも一つは前記プロセスグループのうちの前記少なくとも一つに対して共通である故障回復戦略を有する単一あるいは複数のプロセスを有している；

B. 前記少なくとも二つのコンピュータのうちの少なくとも一つにおいて、前記単一あるいは複数のプロセスグループのうちの少なくとも一つに対する故障回復戦略を開始するプロセスグループマネージャを実行する手段；

C. 前記少なくとも二つのコンピュータのうちの少なくとも第一のものにおいて少なくとも二つのプロセスグループを有するアプリケーションレイヤを実現する手段；

D. 前記少なくとも一つのアプリケーションレイヤプロセスグループが依存しているリソースの故障の際に前記第一コンピュータ上の前記少なくとも一つのアプリケーションレイヤプロセスグループを機能停止にする手段；

E. 前記少なくとも二つのコンピュータのうちの第二のものにおいて少なくとも一つの対になったプロセスグループを実現する手段；ここで、前記対になったプロセスグループは前記第一コンピュータ上の前記少なくとも一つのアプリケーションレイヤプロセスグループのうちのひとつと対を構成している；及び、

F. 前記少なくとも一つのアプリケーションレイヤプロセスグループが依存している前記リソースの前記故障の際に前記第二コンピュータ上の前記対になったプロセスグループを起動する手段；を組み合わせることを特徴とするアプリケーション実現装置。

際に前記第二コンピュータ上の前記対になったプロセスグループを起動する手段；を組み合わせることを特徴とするアプリケーション実現装置。

【請求項 7 6】 前記装置が、さらに、

A. 少なくとも前記第一コンピュータにおいて少なくとも一つのプロセスグループを有するシステムレイヤを実現する手段；

B. 前記第一のコンピュータ上でシステムレイヤプロセスグループ故障が発生した際に前記第一コンピュータ上の前記プロセスグループの全てを機能停止にする手段；

C. 前記第一コンピュータ上でシステムレイヤプロセスグループ故障が発生した際に前記第一コンピュータを再起動する手段；

D. 前記故障を有する前記リソースを再初期化する手段；及び、

E. 前記第一コンピュータ上の前記少なくとも一つのプロセスグループを機能停止にすることが不可能である場合に前記第一コンピュータ上の前記システムレイヤ内の前記少なくとも一つのプロセスグループの各々を除く前記プロセスグループ全てを再初期化する手段；を組み合わせることを特徴とする請求項 7 5 記載のアプリケーション実現装置。

【請求項 7 7】 前記装置が、さらに、前記少なくとも一つのアプリケーションレイヤプロセスグループが依存している前記リソースの前記故障を回復する目的での前記再初期化が失敗した際に前記第一コンピュータを再起動する手段；を組み合わせることを特徴とする請求項 7 6 記載のアプリケーション実現装置。

【請求項 7 8】 前記装置が、さらに、前記少なくとも一つのアプリケーションレイヤプロセスグループが依存している前記リソースの前記故障を回復する目的での前記第一コンピュータの前記再起動が失敗した際に前記第一コンピュータの電源を切断・再投入する目的で独立コンピュータを利用する手段；を組み合わせることを特徴とする請求項 7 7 記載のアプリケーション実現装置。

【請求項 7 9】 前記装置が、さらに、前記少なくとも一つのアプリケーションレイヤプロセスグループが依存している前記リソースの前記故障を回復する目的での前記第一コンピュータの前記電源切断・再投入が失敗した際に前記第一コンピュータの電源を切断する目的で独立コンピュータを利用する手段；を組み合わせることを特徴とする請求項 7 8 記載のアプリケーション実現装置。

【請求項 8 0】 高利用可能性アプリケーション実現装置において、当該装置が、

A. 少なくとも二つのコンピュータにおいて単一あるいは複数のプロセスグループを実行する手段；ここで、前記プロセスグループのうちの少なくとも一つは前記プロセスグループのうちの前記少なくとも一つに対して共

10

20

30

40

50

通である故障回復戦略を有する単一あるいは複数個のプロセスを有している；

B. 前記少なくとも二つのコンピュータのうちの少なくとも一つにおいて、前記単一あるいは複数個のプロセスグループのうちの少なくとも一つに対する故障回復戦略を開始するプロセスグループマネージャを実行する手段；

C. 前記少なくとも第一コンピュータにおいて、少なくとも一つのプロセスグループを有するシステムレイヤを実現する手段；

D. 前記第一のコンピュータ上でシステムレイヤプロセスグループ故障が発生した際に前記第一コンピュータ上の前記プロセスグループの全てを機能停止にする手段；

E. 前記第一コンピュータ上でシステムレイヤプロセスグループ故障が発生した際に前記第一コンピュータを再起動する手段；

F. 前記少なくとも二つのコンピュータのうちの少なくとも第一のものにおいて少なくとも一つのプロセスグループを有するアプリケーションレイヤを実現する手段；

G. 前記少なくとも一つのアプリケーションレイヤプロセスグループにおける故障の際に前記第一コンピュータ上の前記少なくとも一つのアプリケーションレイヤプロセスグループを再始動する手段；

H. 前記少なくとも一つのアプリケーションレイヤプロセスグループにおける前記故障を回復する目的での前記再始動が失敗した際に前記第一コンピュータ上の前記少なくとも一つのアプリケーションレイヤプロセスグループを機能停止にする手段；

I. 前記少なくとも二つのコンピュータのうちの第二のものにおいて少なくとも一つの対になったプロセスグループを実現する手段；ここで、前記対になったプロセスグループは前記第一コンピュータ上で機能停止にさせられた前記少なくとも一つのアプリケーションレイヤプロセスグループのうちの一つと対を構成している；

J. 前記第一コンピュータ上の機能停止にさせられた前記少なくとも一つのアプリケーションレイヤプロセスグループの前記故障を回復する目的での前記再始動が失敗した際に前記第二コンピュータ上の前記対になったプロセスグループを起動する手段；及び、

K. 前記第一コンピュータ上の前記欠陥を有する前記アプリケーションレイヤプロセスグループを機能停止にすることが不可能である場合に前記第一コンピュータ上の前記システムレイヤ内の前記少なくとも一つのプロセスグループの各々を除く前記プロセスグループ全てを再初期化する手段；を組み合わせることを特徴とするアプリケーション実現装置。

【請求項 8 1】 前記装置が、さらに、前記アプリケーションレイヤプロセスグループ故障を回復する目的での前記再初期化が失敗した場合に前記第一コンピュータを再起動する手段；を組み合わせることを特徴とす

る請求項 8 0 記載のアプリケーション実現装置。

【請求項 8 2】 前記装置が、さらに、前記アプリケーションレイヤプロセスグループ故障を回復する目的での前記第一コンピュータの前記再起動が失敗した場合に前記第一コンピュータの電源を切断・再投入する目的で独立コンピュータを利用する手段；を組み合わせることを特徴とする請求項 8 1 記載のアプリケーション実現装置。

10 【請求項 8 3】 前記装置が、さらに、前記アプリケーションレイヤプロセスグループ故障を回復する目的での前記第一コンピュータの前記電源切断・再投入が失敗した場合に前記第一コンピュータの電源を切断する目的で独立コンピュータを利用する手段；を組み合わせることを特徴とする請求項 8 2 記載のアプリケーション実現装置。

【請求項 8 4】 高利用可能性アプリケーション実現装置において、当該装置が、

A. 少なくとも二つのコンピュータにおいて単一あるいは複数個のプロセスグループを実行する手段；ここで、  
20 前記プロセスグループのうちの少なくとも一つは前記プロセスグループのうちの前記少なくとも一つに対して共通である故障回復戦略を有する単一あるいは複数個のプロセスを有している；

B. 前記少なくとも二つのコンピュータのうちの少なくとも一つにおいて、前記単一あるいは複数個のプロセスグループのうちの少なくとも一つに対する故障回復戦略を開始するプロセスグループマネージャを実行する手段；

C. 前記少なくとも二つのコンピュータのうちの少なくとも第一のものにおいて少なくとも二つのプロセスグループを有するアプリケーションレイヤを実現する手段；  
30

D. 前記少なくとも二つのアプリケーションレイヤプロセスグループのうちの少なくとも第二のものに対する前記少なくとも二つのアプリケーションレイヤプロセスグループのうちの少なくとも第一のもののからの依存関係を規定する手段；

E. 前記第二アプリケーションレイヤプロセスグループ内の故障の際に前記第一コンピュータ上の前記第二アプリケーションレイヤプロセスグループを再始動する手段；  
40

F. 前記第一コンピュータ上の前記第二アプリケーションレイヤプロセスグループの故障の際に前記第一コンピュータ上の前記第一及び第二アプリケーションレイヤプロセスグループを機能停止にする手段；

G. 前記少なくとも二つのコンピュータのうちの第二のものにおいて少なくとも一つの対になったプロセスグループを実現する手段；ここで、前記対になったプロセスグループは前記第一コンピュータ上の前記第二アプリケーションレイヤプロセスグループと対を構成している；  
50 及び、

H. 前記第二アプリケーションレイヤプロセスグループ内の前記故障を回復する目的での前記再始動が失敗した際に前記第二コンピュータ上の前記少なくとも一つの対になったプロセスグループを起動する手段；を組み合わせることで有することを特徴とするアプリケーション実現装置。

【請求項 8 5】 前記装置が、さらに、

A. 少なくとも前記第一コンピュータにおいて少なくとも一つのプロセスグループを有するシステムレイヤを実現する手段；

B. 前記第一のコンピュータ上でシステムレイヤプロセスグループ故障が発生した際に前記第一コンピュータ上の前記プロセスグループの全てを機能停止にする手段；

C. 前記第一コンピュータ上でシステムレイヤプロセスグループ故障が発生した際に前記第一コンピュータを再起動する手段；及び、

D. 前記第一コンピュータ上の前記第一アプリケーションレイヤプロセスグループを機能停止にすることが不可能である際に前記第一コンピュータ上の前記システムレイヤ内の前記少なくとも一つのプロセスグループの各々を除く前記プロセスグループ全てを再初期化する手段；を組み合わせることで有することを特徴とする請求項 8 4 記載のアプリケーション実現装置。

【請求項 8 6】 前記装置が、さらに、前記第二アプリケーションレイヤプロセスグループの前記故障を回復する目的での前記再初期化が失敗した際に前記第一コンピュータを再起動する手段；を組み合わせることで有することを特徴とする請求項 8 5 記載のアプリケーション実現装置。

【請求項 8 7】 前記装置が、さらに、前記第二アプリケーションレイヤプロセスグループの前記故障を回復する目的での前記第一コンピュータの前記再起動が失敗した際に前記第一コンピュータの電源を切断・再投入する目的で独立コンピュータを利用する手段；を組み合わせることで有することを特徴とする請求項 8 6 記載のアプリケーション実現装置。

【請求項 8 8】 前記装置が、さらに、前記第二アプリケーションレイヤプロセスグループの前記故障を回復する目的での前記第一コンピュータの前記電源切断・再投入が失敗した際に前記第一コンピュータの電源を切断する目的で独立コンピュータを利用する手段；を組み合わせることで有することを特徴とする請求項 8 7 記載のアプリケーション実現装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】本発明はコンピュータシステムアーキテクチャに関し、特に、市販の複数の演算装置にわたってスケーラブルなアプリケーションの利用可能性階層を同時に実現する高信頼性クラスタ計算アーキテクチャに関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】従来の技術に係る高利用可能性クラスタコンピュータシステムは、通常、例えば共有ディスクなどの共有された物理的なストレージデバイスを有するアーキテクチャを有するように配置されている。それゆえ、従来の技術に係るクラスタ提供は、通常、物理的なハードウェア、すなわちシステム及びストレージデバイスの、特に特定のアプリケーション処理環境に適合されたクラスタ配置、に基づいている。従来の技術に係る容易に入手可能な一般的なクラスタにおいては、重要なアプリケーションデータは、全て、最低でもクラスタ内の一つの計算システムからアクセス可能な外部共有ディスク上、あるいはディスクプール上に存在していなければならない。従来の技術に係るこの種のクラスタはディスク上のデータパーティションへのアクセスを分離しようと試みるため、共有ディスクへのアクセスは一度にわずか一つの計算システムに限定されてしまう。プライマリ計算システムが故障すると交代が発生し、クラスタ内においてディスクへのアクセスがプライマリ計算システムから専用のバックアップシステムへと再割り当てされる。この種の再割り当てが実行されると、そのバックアップシステム上のアプリケーションがディスクへのアクセスを実行する。

【0 0 0 3】従来の技術に係る他のクラスタソリューションは、マルチプロセッサクラスタである。共有ディスククラスタと同様、マルチプロセッサクラスタは、計算システムのハードウェアベースの配置である。複数の計算システムが本質的に互いに無関係である共有ディスククラスタとは異なり、マルチプロセッサクラスタ内の計算システムは、同一のデータを実質的に同時に利用して全て同一のアプリケーションを実行している。前物理的ストレージデバイスは、全ての計算システムからアクセス可能であるように配置されている。この種のマルチプロセッサクラスタは、コンカレントなデータへのアクセスを制御する目的で、データへのアクセスを管理しデータ破壊すなわちデータ整合性の問題を防止するロックマネージメントソフトウェアを利用する。マルチプロセッサクラスタを構成するある計算システムが障害を起こした場合でも、残存するシステムがデータ処理を継続することが可能である。

【0 0 0 4】従来の技術に係る別のクラスタソリューションは、メモリが複数の計算システムに関して共有されている共有メモリすなわちシステムバスアーキテクチャに基づく対称マルチプロセッシングクラスタすなわちスケラブルパラレルプロセッシングクラスタである。この種のシステムは、対称マルチプロセッシングクラスタにおける計算システムの個数をスケリングすることによって性能を向上させることを目的とするため、単一の計算システムが故障すると対称マルチプロセッシングすなわちパラレルプロセッシングクラスタプラットフォーム

ム全体が利用不可能になってしまう。

【0005】従来技術に係るさらに別のクラスタアーキテクチャは、多重パラレルプロセッサクラスタである。この場合には、各々の計算システムがそれぞれ専用のメモリ及びディスクを有しており、それらはクラスタ内のいずれの計算システムによっても共有されていない。あるシステムがデータをディスク上に有していてそのデータが他の計算システムによって必要とされる場合には、前者のコンピュータが高速ネットワークを介してデータを後者の計算システム宛に送出する。この種の多重パラレルプロセッサクラスタは、複数の計算システムをコンカレントに動作させることによって性能向上を図ることを目的としているため、故障してしまった計算システムに関連しているデータは利用不可能となる。

#### 【0006】

【発明が解決しようとする課題】従来技術に係る高利用可能性クラスタは、種々のレベルの利用可能性を実現する目的で、ターゲットとする特定の市場に関してデータ及びアプリケーション特性を最適化するオペレーティングシステムベースのクラスタを用いている。この種のターゲットベースのアプローチは、無数のレガシーアプリケーションが現実として存在し、それぞれが対応したハードウェア上で実行される独自の回復及び性能特性を有し、そのうちのあるものがフォールトトレラントであるような、通信を含む産業群には向いていない。

【0007】それゆえ、市販の相互接続手段を用いて緩やかに結合された単一あるいは複数の市販の計算システムにわたって種々のレベルの高利用可能性を同時に実現する計算システムアーキテクチャが望まれている。

【0008】従来技術に係る高利用可能性クラスタソリューションは、特定のアプリケーションの“鼓動(heartbeats)”及び回復をサポートすることが可能である。従来技術に係るソリューション間での最も顕著なアーキテクチャ的な差異は、アプリケーション及び/あるいは計算システムがアクティブあるいはスタンバイ状態であるように如何に選択あるいは制御するかを決定する方法、及び、計算システムに対してアプリケーションデータへのアクセスがいつ許可されるのかを決定する方法である。通常の物理的な高利用可能性クラスタソリューションにおいては、計算システム対間の余剰通信機能の組を用いて、コンフィグレーションステータスを決定する。ほとんどの場合において、システム対はいずれのシステムがアプリケーションに関してアクティブであるかを決定することが可能である。

【0009】従来技術に係る高利用可能性ソリューションにおいては、計算システム間の全ての通信が失われると、各々の計算システムあるいはクラスタアプリケーションは、他のものが故障したと思い込んで、それぞれが全てアクティブ状態になってしまう。このような状況は、アプリケーションデータ及び処理の破壊という、好

ましくない高いリスクを顕在化させることになる。このような事態の発生を防止するため、複数のレベルでのプロテクション及びセーフティが可能である。従来技術に係るあるソリューションにおいては、共有ストレージを介して“鼓動”を利用することにより、この種のリスクをほぼ除去することが可能である。ある種のクラスタソリューションにおいては共有ストレージを用いる必要がないため、プラットフォームに依存しないハードウェアコンポーネントがソフトウェアベースのクラスタコンポーネントを補完するために望ましい。それゆえ、緩やかに結合された市販の計算システムを用いて高利用可能性アプリケーションプロセスのスケラブルな階層を実現することが本発明の目的である。

#### 【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は、緩やかに結合された市販の計算システム、以下、コンピュータとも故障される、を用いて高利用可能性アプリケーションプロセスのスケラブルな階層を実現する方法及び装置を提供する。計算システムは、あらゆるタイプのプロセッサ及びこの種のプロセッサを含むあらゆるデバイスを意味している。

【0011】リソースの依存性及び故障回復戦略がプロセスグループレベルで発生する。例えば、3つのプロセスを含むプロセスグループが、4つのリソース、例えば他のプロセスグループやディスクなどの周辺デバイス、に依存する場合がある。このプロセスグループ内での単一のプロセスの故障あるいはそのプロセスグループが依拠している単一のリソースの故障により、そのプロセスグループ全体に関して、それを単一のユニットとして故障回復が開始される。

【0012】プロセスグループは、システムレイヤ、プラットフォームレイヤ、あるいはアプリケーションレイヤのいずれかに属する。本発明の望ましい実施例においては、各々のレイヤは、独自のプロセスグループ起動及び故障回復戦略を有している。本発明の望ましい実施例においては、アプリケーションレイヤプロセスグループは、個々のコンピュータ上の別のアプリケーションレイヤプロセスグループと対を構成している。ある種の拡大するプロセスグループ故障回復戦略の一部として、あるアプリケーションレイヤプロセスグループが故障すると、それと対を構成しているアプリケーションレイヤプロセスグループが存在する場合には、それが故障したプロセスグループの機能の実行を引き継ぐ。

【0013】アプリケーションレイヤプロセスグループは単一あるいは複数のプラットフォームレイヤプロセスグループに依存しており、プラットフォームレイヤプロセスグループは単一あるいは複数のシステムレイヤプロセスグループに依存し、システムレイヤプロセスグループはこれらのプロセスグループのホストとして機能している緩やかに結合されたコンピュータのハードウエ



アに依存している。

【0014】システムレイヤプロセスグループが故障するとそのホストコンピュータ上の全てのプロセスが機能を停止する。この際、他の単一あるいは複数のコンピュータ上の、機能停止してしまったアプリケーションレイヤプロセスグループと対を構成しているあらゆるアプリケーションレイヤプロセスグループが起動され、故障したシステムレイヤプロセスグループのホストとして機能してるコンピュータがリブートされ、そして、全てのシステムレイヤ、プラットフォームレイヤ、及びアプリケーションレイヤプロセスグループが再初期化される。

【0015】プラットフォームレイヤプロセスグループが故障すると、そのプラットフォームレイヤプロセスグループが0回あるいは複数回再起動される。故障したプラットフォームレイヤプロセスグループの再起動によって当該プラットフォームレイヤプロセスグループの故障が修復されない、あるいは当該プラットフォームレイヤプロセスグループが再起動可能ではない、という場合には、当該ホストコンピュータ上の全てのアプリケーションレイヤ及びプラットフォームレイヤプロセスグループが停止させられて再初期化される。この段階には、当該ホストコンピュータ上の停止させられたアプリケーションレイヤプロセスグループと対を構成している他の単一あるいは複数のコンピュータ上のあらゆるアプリケーションレイヤプロセスグループの起動が含まれる。

【0016】プラットフォームレイヤプロセスグループが依存しているリソースが故障すると、当該ホストコンピュータ上の全てのアプリケーションレイヤ及びプラットフォームレイヤプロセスグループが停止させられて再初期化される。この段階には、当該ホストコンピュータ上の停止させられたアプリケーションレイヤプロセスグループと対を構成している他の単一あるいは複数のコンピュータ上のあらゆるアプリケーションレイヤプロセスグループの起動が含まれる。

【0017】アプリケーションレイヤプロセスグループが故障すると、そのアプリケーションレイヤプロセスグループが0回あるいは複数回再起動される。故障したアプリケーションレイヤプロセスグループの再起動によって当該アプリケーションレイヤプロセスグループの故障が修復されない、あるいは当該アプリケーションレイヤプロセスグループが再起動可能ではない、という場合には、故障したアプリケーションレイヤプロセスグループが停止させられ、この停止させられたアプリケーションレイヤプロセスグループと対を構成している、他のコンピュータ上のアプリケーションレイヤプロセスグループが起動される。

【0018】アプリケーションレイヤプロセスグループが依存しているリソースが故障した場合には、当該依存しているアプリケーションレイヤプロセスグループは停止させられ、当該ホストコンピュータ上の停止させられた

当該依存しているアプリケーションレイヤプロセスグループと対を構成している別のコンピュータ上のアプリケーションレイヤプロセスグループが起動される。

【0019】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の望ましい実施例を模式的に示した図である。当該実施例には、管理端末(MT)2、独立コンピュータ(IC)4、ネットワーク、コンピュータバスアーキテクチャ等の相互接続8によって互いに緩やかに結合させられた4つの市販の業界標準計算装置6(以下、コンピュータ6とも呼称される)が含まれる。計算装置6(コンピュータ6とも呼称される)は、あらゆる種類のプロセッサあるいはこれらプロセッサを含むあらゆる種類のデバイスである。

【0020】各々のコンピュータ6は、集成的にプロセスグループマネージャと呼称される場合のある、プロセスグループ管理ソフトウェア10を実行している。プロセスグループマネージャ10はプロセスグループを起動し、プロセスグループレベルで故障回復戦略を開始する。プロセスグループはプロセス群であり、通常、ソフトウェアでインプリメントされ、互いにある様式で関連しているため、プロセスグループを単一のユニットとして管理することが望ましい。あるプロセスグループ内の全てのプロセスを再始動することが望ましい場合もあり、また、強化された故障回復戦略の一部として、個々のコンピュータ上のプロセスグループによって実行されている、プロセスグループ内のプロセスの全ての機能を有することが望ましい場合もある。プロセスグループは、当該プロセスグループに対して共通であるリソースあるいはリソースの組に依存する場合もあるが必ずしもそうとは限らない。

【0021】独立コンピュータ4は、長期間に亘って最小の故障しか起こさないように設計された計算デバイスであることが望ましい。独立コンピュータ4は、米国特許第5,560,033号に記載されているように、“鼓動”を用いてコンピュータ6のハードウェア故障をモニタする。緩やかに結合されたコンピュータ6の各々は、図1の参照番号12によって示されているように、中央コンピュータ4に接続されている。

【0022】プロセスグループは、システムレイヤ13、プラットフォームレイヤ15、及びアプリケーションレイヤ17のうちのいずれかのレイヤに属する。各々のコンピュータ6は、プロセスグループ管理(PGM)ソフトウェア10、一つのシステムレイヤプロセスグループ(SLPG)14、一つのプラットフォームレイヤプロセスグループ(PLPG)16、単一あるいは二つの互いにプロセスグループ対(PGP)24を構成してはいないアプリケーションレイヤプロセスグループ(ALPG)18、プロセスグループ対24の一部である一つのプライマリアプリケーションレイヤプロセスグループ(P-ALPG)20、及び、プロセスグループ対2

4の一部であるオルタネートアプリケーションレイヤプロセスグループ(A-ALPG)22を実行している。その定義から、(1)各プロセスグループ対24は、第一のコンピュータ6上のプライマリプロセスグループ20及び第二のコンピュータ6上の別のプロセスグループ22をそれぞれ含んでいる；(2)各プライマリプロセスグループ20及び各オルタネートプロセスグループ22は、それぞれプロセスグループ対の一部である；及び、(3)プロセスグループ14、16、及び18はプロセスグループ対24の一部ではない。本発明の望ましい実施例においては、プロセスグループ対はアプリケーションレイヤ17のみに属している。しかしながら、システムレイヤ13、プラットフォームレイヤ15、あるいは3つのレイヤの全てにおいてプロセスグループ対は生成され得るものであって、それは本発明の技術的範疇に含まれる。

【0023】本発明の望ましい実施例における各々のコンピュータ6は前述された種々のタイプの複数個のプロセスグループを実行しているが、各コンピュータ6が

(1)ゼロ個あるいは単一のプロセスグループ14、16、及び18；(2)ゼロ個あるいは複数個のプライマリプロセスグループ20；及び(3)ゼロ個あるいは複数個のオルタネートプロセスグループ22；を実行することも本発明の技術的範疇に含まれる。

【0024】同様に、コンピュータ6の個数が2あるいはそれ以上であることも本発明の技術的範疇に含まれる。また、図1においては、プロセスグループ管理ソフトウェア10が緩やかに結合された4つのコンピュータ6の全てにおいて実行されているが、プロセスグループ管理ソフトウェア10が緩やかに結合されたコンピュータ6においてある順序あるいは組み合わせで実行されること及び／あるいは独立コンピュータ4上で実行されることも本発明の技術的範疇に含まれる。さらに、独立コンピュータ4によって実行される機能が、デジタル信号プロセッサを搭載した周辺ボード、汎用プロセッサを有するシステムボード、フォールトトレラントプロセッサ等のあらゆるタイプのプロセッサを実行することが可能なあらゆるタイプのデバイスを用いて実行され得るが、このことも本発明の技術的範疇に含まれる。

【0025】独立コンピュータ4は、本発明の望ましい実施例においてはRS-232等の業界標準インターフェース12を用いるが、あらゆるインターフェースを用いることも可能である。このため、イーサネット、ファイバ分散データインターフェース(FDDI)、非同期転送モード(ATM)等の一般的なネットワークインターフェース及び転送制御プロトコル/インターネットプロトコル(TCP/IP)等のプロトコル、あるいはペリフェラルコンポーネントインターコネクト(PCI)等を用いることが可能となる。

【0026】緩やかに結合されたコンピュータ6の各々

は、通常、他の緩やかに結合されたコンピュータ6の各々と同一あるいは相異なった動作環境を有する単一プロセッサ、マルチプロセッサ、あるいはフォールトトレラントプロセッサシステムを有している。言い換えれば、個々のコンピュータ6は、例えばウィンドウズ(Windows)やユニックス(UNIX)等の相異なったオペレーティングシステムを実行することが可能であり、また、例えばリアルタイムと非リアルタイム等の相異なった動作環境、及び、相異なった個数及びタイプのプロセッサを有することも可能である。緩やかに結合されたコンピュータ6の各々は、同一のサイトに位置することも可能であり、また、地勢的に分離されていてローカルエリアネットワーク(LAN)あるいはワイドエリアネットワーク(WAN)等のネットワーク8によって接続されていてよい。

【0027】前述されているように、各々のプロセスグループ14、16、18、20、あるいは22は、プロセスグループ14、16、18、20、あるいは22に関して共通であるリソースの組に依存する単一あるいは複数個のプロセスを有している。例えば、このようなリソースの組には、コンピュータハードウェア周辺デバイス、他のプロセスグループ14、16、あるいは18、20、あるいは22、通信リンク、利用可能なディスク空間、あるいは外部アプリケーションの利用可能性に影響を与えるあらゆるもの、が含まれる。各オルタネートプロセスグループ22は、これらオルタネートプロセスグループと対を構成しているプライマリプロセスグループ20が依存しているリソースの組と機能的に等価なリソースの組に依存する。しかしながら、プライマリプロセスグループ20が依存しているリソースの組とオルタネートプロセスグループ22が依存している個別のリソースの組は、同一の個数のリソースを有する必要はない。プロセスグループ14、16、18、20、あるいは22内に含まれる各々のプロセスは、プロセスグループ14、16、18、20、あるいは22に共通の起動及び故障回復戦略も有している。

【0028】図2は、各々のプロセスグループ14、16、18、20、及び22が移行する状態、すなわち、利用不可能30、初期化32、待機34、アクティブ36、及びオフライン38、を示している。利用不可能状態30及び初期化状態32内のプロセスグループは開始されておらず、それゆえ実行されていない。アクティブ状態36内のプロセスグループは開始されており、実行されている。待機状態34内のプロセスグループが開始されていて実行されているか否かは、そのプロセスグループがホットスタンバイあるいはコールドスタンバイプロセスグループのいずれであるかに依存している。待機状態34内のホットスタンバイプロセスグループは開始されていて、起動されるのを待機している。待機状態34内のコールドスタンバイプロセスグループは、それが

起動されるまで開始されない。コールドスタンバイプロセスグループの起動は、そのコールドスタンバイプロセスグループが依存しているあらゆる未初期化のリソースの初期化も含んでいる。故障状態ではない場合には、プライマリプロセスグループ 2 0 はアクティブ状態 3 6 内で実行されるように初期化され、オルタネートプロセスグループ 2 2 は待機状態 3 4 内で初期化される。

【0029】本発明の望ましい実施例においては、オフライン状態 3 8 には、マニュアル操作によってのみ入ることが可能であってまた出ることも可能である。言い換えれば、単一あるいは複数のプロセスグループ 1 4、1 6、1 8、2 0、及び 2 2 をオフライン状態 3 8 にするあるいは単一あるいは複数のプロセスグループ 1 4、1 6、1 8、2 0、及び 2 2 をオフライン状態 3 8 から取り除くためには、作業者がローカル管理端末 2 からコマンドを入力しなければならない。オフライン状態 3 8 は、例えばプロセスグループマネージャ 1 0 からのコマンドに応答する場合等のマニュアル操作以外の状況下でもオフライン状態になることは可能であるが、これは本発明の技術的範疇に含まれる。

【0030】リソースあるいはプロセスグループに欠陥がなく、かつ、プライマリプロセスグループ 2 0 及びオルタネートプロセスグループ 2 2 がマニュアルでオフライン状態 3 8 に遷移させられていない、ということ仮定すると、プロセスグループ対 2 4 は、プライマリプロセスグループ 2 0 及びオルタネートプロセスグループ 2 2 を、それぞれ対になっているアクティブ／コールドスタンバイあるいはアクティブ／ホットスタンバイという関係で、アクティブ状態 3 6 及び待機状態 3 4 に有している。本発明の望ましい実施例においては、プライマリ

プロセスグループ 2 0 はアクティブ状態 3 6 に初期化され、オルタネートプロセスグループ 2 2 が待機状態 3 4 に初期化されるが、ある条件下では、オルタネートプロセスグループ 2 2 がアクティブ状態 3 6 にあり、それと対をなしているプライマリプロセスグループ 2 0 が待機状態 3 4 にある場合がある。例えば、アクティブ状態 3 6／待機状態 3 4 対を構成している関係を有するプロセスグループ対 2 4 に含まれるプライマリプロセスグループ 2 0 において欠陥が生じた場合には、プロセスグループマネージャ 1 0 はプライマリプロセスグループ 2 0 をアクティブ状態 3 6 から利用不可能状態 3 0 に遷移させ、オルタネートプロセスグループ 2 2 を待機状態 3 4 からアクティブ状態 3 6 に遷移させる。プライマリプロセスグループ 2 0 を利用不可能状態 3 0 に遷移させる原因となった欠陥が修復されると、プライマリプロセスグループ 2 0 は待機状態 3 4 へ遷移させられ、オルタネートプロセスグループ 2 2 を利用不

可能状態 3 0 へと遷移させるようなオルタネートプロセスグループにおける欠陥が発生する、といった状況になるまで待機状態 3 4 に留まる。前述されたような状況が発生すると、プライマリプロセスグループ 2 0 は待機状態 3 4 からアクティブ状態 3 6 に遷移する。プロセスグループ対のプライマリプロセスグループ 2 0 及びオルタネートプロセスグループ 2 2 は、アクティブ状態 3 6／待機状態 3 4 から待機状態 3 4／アクティブ状態 3 6 へとマニュアルで、あるいは、アクティブ状態 3 6 にあるプロセスグループ 2 0 あるいは 2 2 を待機状態 3 4 へ、そして待機状態 3 4 にあるプロセスグループ 2 0 あるいは 2 2 をアクティブ状態 3 6 へ、それぞれ切り替えることが望ましいような状況下で、切り替えられ得る。

【0032】アプリケーションレイヤプロセスグループ 1 8、2 0 あるいは 2 2 の利用可能性は、通常、単一あるいは複数のプラットフォームレイヤプロセスグループ 1 6 の利用可能性に依存している。プラットフォームレイヤプロセスグループ 1 6 の利用可能性は、通常、単一あるいは複数のシステムレイヤプロセスグループ 1 4 の利用可能性に依存しており、システムレイヤプロセスグループ 1 4 の利用可能性は、システムレイヤプロセスグループ 1 4 のホストとして機能しているコンピュータ 6 のハードウェアの利用可能性に依存している。システムレイヤプロセスグループ 1 4 は、プラットフォームレイヤプロセスグループ 1 6 より前に初期化され、プラットフォームレイヤプロセスグループ 1 6 はアプリケーションレイヤプロセスグループ 1 8、2 0、及び 2 2 よりも前に初期化される。

【0033】本発明は、種々の個数のプロセスグループ 1 4、1 6、1 8、2 0、及び 2 2、及び／あるいは 2 つあるいはそれ以上のコンピュータ 6 に亘って拡散されているプロセスグループ対 2 4 を用いて外部アプリケーションをインプリメントするフレキシビリティを提供する。例えば、図 1 に示されている 4 つのプロセスグループ対 2 4 は単一の外部アプリケーションの一部である可能性があり、あるいはそれらは 4 つ、3 つあるいは 2 つの個別の外部アプリケーションの一部であってもよい。加えて、図 1 に示されたプロセスグループ対 2 4 のうちの 2 つが、2 つの個別のコンピュータ 6 対によって支持されている同一の外部アプリケーションの一部であることも可能である。さらに、単一あるいは複数のプロセスグループ対 2 4 及び／あるいは単一あるいは複数のプロセスグループ 1 4、1 6、1 8、2 0、あるいは 2 2 が、単一あるいは複数のプロセスグループ対 2 4 及び／あるいは単一あるいは複数のプロセスグループ 1 4、1 6、1 8、2 0、あるいは 2 2 と同一のリソースに依存している場合もあり、単一のリソースが故障すると複数のプロセスグループ及び／あるいは複数のプロセスグループ対の故障回復戦略が実行されることになる。

【0034】システムレイヤ13、プラットフォームレイヤ15、及びアプリケーションレイヤ17の各レイヤは、それぞれ独自のプロセスグループ起動及び故障回復戦略を有している。本発明の望ましい実施例においては、システムレイヤは、再始動可能ではなく、かつリロケート可能ではないプロセスグループ14を有している。プラットフォームレイヤは、以下の2つのタイプのプロセスグループのいずれかあるいは双方を有している。プラットフォームレイヤプロセスグループ16は、

(1) 再始動不能かつリロケート不能；あるいは、  
(2) 再始動可能かつリロケート可能；のいずれかである。アプリケーションレイヤ17は、以下の3つのタイプのプロセスグループのいずれかあるいは全てを有している：(1) 再始動不能かつリロケート不能なプロセスグループ18；(2) 再始動可能かつリロケート可能なプロセスグループ20及び22。リロケート可能とは、同一のコンピュータ6内でのあらゆるタイプのリロケーションではなく、プライマリプロセスグループ20あるいはオルタネートプロセスグループ22の機能の実行をあるコンピュータ6から別のコンピュータ6へとリロケートすることを意味している。プライマリプロセスグループ20及びオルタネートプロセスグループ22はリロケート可能である。プロセスグループ14、16、及び18はリロケート不能である。前述されているように、本発明の望ましい実施例においては、プライマリプロセスグループ20及びセコンダリ（オルタネート）プロセスグループ22は、アプリケーションレイヤ17のみに属している。しかしながら、プライマリプロセスグループ20及びオルタネートプロセスグループ22がプラットフォームレイヤ及び／あるいはシステムレイヤに属することや、レイヤベースの故障回復及び／あるいはプロセスグループ起動戦略及び再始動可能性及びリロケート可能性の他の順列及び組み合わせが本発明の技術的範疇を逸脱することなくインプリメントされ得ることは、当業者には明らかである。

【0035】システムレイヤプロセスグループが故障すると、(1) 故障したシステムレイヤプロセスグループのホストとして機能しているコンピュータ6（“ホストコンピュータ”）上の全てのシステムレイヤ、プラットフォームレイヤ、及びアプリケーションレイヤプロセスグループ14、16、18、20、及び22が、利用不可能状態30に遷移させられることによって利用不可能となり；(2) ホストコンピュータ上でアクティブ状態36から利用不可能状態30に遷移させられた各プライマリ及びオルタネートプロセスグループ20及び22に関して、それらと対を構成しているプロセスグループ20あるいは22が、その対を構成しているプロセスグループ20あるいは22を待機状態34からアクティブ状態36へ遷移させることによって、別個のコンピュータ

6上で起動され；及び(3) 故障したシステムレイヤプロセスグループ14のホストとして機能しているコンピュータ6がリポートされる。本発明の望ましい実施例においては、リポートは、所定の時間期間の間に所定の回数実行され得る。ホストコンピュータ6をリポートすることによって故障が回復されない場合には、独立コンピュータ4がホストコンピュータ6の電源を切断・投入し、ホストコンピュータ6を再起動する。本発明の望ましい実施例においては、電源の切断・投入は、所定の時間期間の間に所定の回数実行され得る。ホストコンピュータの電源の切断・投入によってシステムレイヤプロセスグループの故障が回復されない場合には、独立コンピュータ4はホストコンピュータ6の電源を切断し、ホストコンピュータは電源が切断された状態に留まる。

【0036】プラットフォームレイヤプロセスが故障した場合には、故障したプロセスがゼロ回あるいは複数回再始動される。本発明の望ましい実施例においては、再始動可能なプラットフォームレイヤプロセスは、所定の時間期間に所定の回数、例えば、5分以内に3回、再始動される。

【0037】故障を回復する目的で故障したプラットフォームレイヤプロセスを再始動する作業が失敗した場合には、故障したプロセスを含むプロセスグループ16がゼロ回あるいは複数回再始動される。本発明の望ましい実施例においては、再始動可能なプラットフォームレイヤプロセスグループ16は、所定の時間期間に所定の回数再始動される。この種のプロセスグループ16が再始動される場合には、直前の動作状態へ再始動される。

【0038】故障したプラットフォームレイヤプロセスグループ16の再始動によってプラットフォームレイヤプロセスグループの故障が回復されない場合には、故障回復手続きが強化され、(1) 全てのアプリケーションレイヤプロセスグループが停止される；この際、別個のコンピュータ上の、待機状態34にあつてかつ停止されたアプリケーションレイヤプロセスグループ20あるいは22と対を構成している全てのプロセスグループ20あるいは22が、存在する場合には、それら全ての起動が含まれる；及び、(2) 故障したプラットフォームレイヤプロセスのホストとして機能しているコンピュータ上の全てのプラットフォームレイヤプロセスグループが再初期化される。故障したプラットフォームレイヤプロセス及びそれが含まれるプロセスグループが共に再始動不可能である場合には、上記強化された故障回復戦略が、実行される最初の故障回復動作である。この強化されたプラットフォームレイヤプロセスグループ故障回復手続きは、プラットフォームレイヤプロセスグループ16が依存しているリソースの故障が検出された場合にもインプリメントされる。その際には、故障が検出されたリソースの再初期化段階が追加される。故障したプラットフォームレイヤプロセスあるいはリソースのホストと

して機能しているコンピュータ 6（“ホストコンピュータ”）上の全てのプラットフォームレイヤプロセスグループ 1 6 の再初期化によって故障が回復されない場合には、ホストコンピュータ 6 がリポートされ、ホストコンピュータ 6 上の全てのプロセスグループ 1 4、1 6、1 8、2 0、及び 2 2 が再始動される。本発明の望ましい実施例においては、ホストコンピュータ 6 は、所定の時間期間の間に所定の回数リポートされ得る。ホストコンピュータ 6 をリポートすることによっても故障が回復されない場合には、独立コンピュータ 4 がホストコンピュータ 6 の電源を切断・投入し、このことによってホストコンピュータ 6 をリポートする。ホストコンピュータ 6 の電源切断・投入によってもプラットフォームレイヤプロセスグループの故障が回復されない場合には、独立コンピュータ 4 はホストコンピュータ 6 の電源を切断し、ホストコンピュータ 6 は電源が切断された状態に留まる。

【0 0 3 9】アプリケーションレイヤプロセスグループ 1 8、2 0、あるいは 2 2 内のプロセスが故障すると、故障したプロセスはゼロ回あるいは複数回再始動される。本発明の望ましい実施例においては、再始動可能なアプリケーションレイヤプロセスは、所定の時間期間の間に所定の回数再始動される。

【0 0 4 0】故障を回復する目的での故障したアプリケーションレイヤプロセスの再始動が失敗すると、故障したプロセスを含んでいるプロセスグループ 1 8、2 0、あるいは 2 2 がゼロ回あるいは複数回再始動される。本発明の望ましい実施例においては、再始動可能なアプリケーションレイヤプロセスグループ 1 8、2 0、及び 2 2 は所定の時間期間の間に所定の回数再始動される。この種のプロセスグループ 1 8、2 0 あるいは 2 2 が再始動される場合には、直前の動作状態へ再始動される。

【0 0 4 1】故障したアプリケーションレイヤプロセスグループ 1 8、2 0、あるいは 2 2 がアクティブ状態 3 6 にあるアプリケーションレイヤプロセスグループ 1 8 あるいはプライマリプロセスグループ 2 0 もしくはオルタネートプロセスグループ 2 2 であって、故障したプロセスグループの再始動によってもアプリケーションレイヤプロセスの故障が回復されない場合には、故障回復手続きが強化されて、故障したアプリケーションレイヤプロセスグループを利用不可能状態 3 0 に遷移させることによって停止させ、かつ、それらがプライマリプロセスグループ 2 0 あるいはオルタネートプロセスグループ 2 2 である場合には、別個のコンピュータ 6 上の対を構成して待機状態にあるプロセスグループ 2 0 あるいは 2 2 が起動される。この強化された故障回復戦略は、再始動不可能なアプリケーションレイヤプロセスグループ 1 8、2 0 及び 2 2 に含まれる再始動不可能なプロセスのプロセス故障に関する最初の故障回復戦略である。この強化された故障回復戦略は、アクティブ状態 3 6 にあ

るアプリケーションレイヤプロセスグループ 1 8、2 0、あるいは 2 2 が依存しているリソースの故障を検出した際にも用いられる。その際には、故障が検出されたリソースの再初期化段階が追加される。

【0 0 4 2】アプリケーションレイヤプロセスグループ 1 8、2 0、あるいは 2 2 のサービスを停止すること及び利用不可能状態 3 0 へ遷移させることが不可能である場合には、故障回復戦略は、故障したアプリケーションレイヤプロセスグループあるいはリソースのホストとして機能しているコンピュータ 6（“故障したアプリケーションレイヤのホストコンピュータ”）上の全てのアプリケーションレイヤ及びプラットフォームレイヤプロセスグループ 1 6、1 8、2 0、及び 2 2 が再初期化されて再始動される。本発明の望ましい実施例においては、この種の再初期化及び再始動は、故障したアプリケーションレイヤのホストコンピュータ上で所定の時間期間の間に所定の回数実行され得る。故障したアプリケーションレイヤのホストコンピュータ上の全てのプラットフォームレイヤ及びアプリケーションレイヤプロセスグループ 1 6、1 8、2 0、及び 2 2 の再初期化及び再始動によっても故障が回復されない場合には、故障したアプリケーションレイヤのホストコンピュータがリポートされ、故障したアプリケーションレイヤのホストコンピュータ上の全てのプロセスグループ 1 4、1 6、1 8、2 0、及び 2 2 が再始動される。本発明の望ましい実施例においては、故障したアプリケーションレイヤのホストコンピュータは、所定の時間期間の間に所定の回数リポートされ得る。故障したアプリケーションレイヤのホストコンピュータのリポートによっても故障が回復されない場合には、独立コンピュータ 4 が故障したアプリケーションレイヤのホストコンピュータの電源を切断・投入し、このことによって故障したアプリケーションレイヤのホストコンピュータをリポートする。本発明の望ましい実施例においては、故障したアプリケーションレイヤのホストコンピュータは、所定の時間期間の間に所定の回数リポートされ得る。故障したアプリケーションレイヤのホストコンピュータの電源の切断・投入によっても故障が回復されない場合には、独立コンピュータ 4 は故障したアプリケーションレイヤのホストコンピュータの電源を切断し、この故障したアプリケーションレイヤのホストコンピュータは電源が切断された状態に留まる。

【0 0 4 3】アプリケーションレイヤプロセスグループ 1 8、2 0、及び 2 2 は、アプリケーションレイヤプロセスグループ 1 8 に依存する場合がある。それゆえ、アプリケーションレイヤプロセスグループ 1 8、2 0 あるいは 2 2 における故障は、いかなるシステムレイヤプロセスグループ 1 4 あるいはプラットフォームレイヤプロセスグループ 1 6 の利用可能性に影響を与えない。アプリケーションレイヤプロセスグループ 1 8、2 0 あるいは 2 2 における故障は、故障したアプリケーションレイ

ヤプロセスグループ18、20、あるいは22に依存していないあらゆるアプリケーションレイヤプロセスグループ18、20及び22の利用可能性にも影響を与えない。しかしながら、機能を停止したアプリケーションレイヤプロセスグループ18に依存している全てのアプリケーションレイヤプロセスグループ18、20、及び22は、やはり機能を停止することになる。

【0044】故障したプライマリあるいはオルタネートプロセスグループ20あるいは22が待機状態34にあり、これら故障したプロセスグループの再始動によっても故障が回復しない場合には、故障回復手続きは、待機状態34にある故障したプライマリあるいはオルタネートプロセスグループ20あるいは22を利用不可能状態30に遷移させることによって停止させるように強化される。待機状態34にある故障したプライマリあるいはオルタネートプロセスグループ20あるいは22を停止させることが不可能な場合には、アプリケーションレイヤプロセスグループ18、20、あるいは22を停止させることが不可能な場合にインプリメントされる、前述の強化された故障回復戦略がインプリメントされる。

【0045】待機状態34にあるアプリケーションレイヤプロセスグループ20、あるいは22が依存しているリソースの故障が検出された場合、あるいは待機状態34にある再始動不能なプロセスグループ20あるいは22内のプロセス故障が検出された場合には、故障したリソースに依存しているアプリケーションレイヤプロセスグループ20あるいは22、もしくは故障が検出されたプロセスグループ20あるいは22は、利用不可能状態30に遷移させられる。これらのプロセスグループ20あるいは22をサービス停止にすることが不可能な場合には、アプリケーションレイヤプロセスグループ18、20、あるいは22を停止させることが不可能な場合にインプリメントされる、前述の強化された故障回復戦略がインプリメントされる。

【0046】プロセスグループマネージャ16は、個々のプロセスグループ14、16、18、20、及び22及び既知の重要なリソースを、(1)プロセスグループ14、16、18、20、及び22に対するホストとして機能していて状態情報が関連しているコンピュータシステム6に対してのみ、あるいは(2)緩やかに結合されたコンピュータシステム6の全てに対して、知らしめるようにすることが可能である。さらに、この種の状態情報は、外部のアプリケーションソフトウェアに対しても入手可能にすることも可能である。

【0047】本発明の望ましい実施例においては、プロセスグループ状態間の遷移は、緩やかに結合されたコンピュータ6の各々において実行されているプロセスグループ管理ソフトウェア10によって制御される。しかしながら、中央コンピュータ4及び緩やかに結合されたコンピュータ6よりなるあらゆる順列及び/あるいは組み

合わせ上で実行されるプロセスグループ管理ソフトウェア10によって制御されることも、本発明の技術的範疇に含まれる。

【0048】システムレイヤプロセスグループ14は、(1)通常の市販の計算システムに見出されるオペレーティングシステムソフトウェア及び/あるいはサービス、あるいは(2)プロセスグループ管理ソフトウェア10、のいずれかを含み得る。

【0049】プラットフォームレイヤプロセスグループ16が依存しているリソースは、プラットフォームレイヤプロセスグループ16が初期化される前に初期化される。プラットフォームレイヤリソースにサービスを提供させることが失敗した場合には、ホストコンピュータ6がリポートされ、プラットフォームレイヤプロセスグループ16が依存しているリソースの故障に関して前述されたものと同一の故障回復戦略が実行される。

【0050】初期化の間、プラットフォームレイヤプロセスグループ16及びアプリケーションレイヤプロセスグループ18、20、及び22は、全てのプラットフォームレイヤリソース及びプラットフォームレイヤプロセスグループ16が実行可能であると指定された場合にのみ、実行可能であると指定される。

【0051】プラットフォームレイヤプロセスグループ16は、プラットフォームレイヤプロセスグループ16のスタートアップシーケンスを制御する目的でプロセスグループマネージャ10とハンドシェークを行なう。同様に、アプリケーションレイヤプロセスグループ18、20、及び22は、アプリケーションレイヤプロセスグループ18、20、22のスタートアップシーケンスを制御する目的でプロセスグループマネージャ10とハンドシェークを行なう。

【0052】アプリケーションレイヤプロセスグループ18、20、及び22は、個別にオフライン状態38に移行させられることが可能であり、オフライン状態にあるプロセスグループ18、20、及び22に対して、それらオフライン状態にあるプロセスグループ18、20、及び22のホストとして機能しているコンピュータ6上の他のプロセスグループに影響を与えることなく、メンテナンスあるいはソフトウェアアップデートを行なうことが可能である。

【0053】同一のプロセスグループ対24内のプライマリ及びオルタネートプロセスグループ20及び22は、共通のリソース依存性を有する場合がある。アクティブ-コールドスタンバイ対という関係を有するプロセスグループ対24は、通常、高度の利用可能性を実現する。アクティブ-ホットスタンバイ対という関係を有するプロセスグループ対24は、通常、非常に高度な利用可能性を実現する。

【0054】当業者には明らかであるが、プライマリ及びオルタネートプロセスグループは、前述されたアクテ

イブ36／待機34という関係と類似の、リードアクティブ／アクティブという関係に配置され得る。このことは、本発明の技術的範疇に含まれる。このようなリードアクティブ／アクティブプロセスグループ対は、通常、さらに非常に高い利用可能性を実現する。

【0055】個々の計算システム上のアプリケーションレイヤリソースは、プライマリあるいはオルタネートプロセスグループ20あるいは22を初期化する前に初期化される。重要なアプリケーションレイヤリソースを機能させることに失敗した場合には、それに依存しているアプリケーションレイヤプロセスグループ18、20、あるいは22が、利用不可能状態30に遷移させられることによって機能停止され、別個のコンピュータ6上の、前記依存しているプロセスグループ20あるいは22と対になったプロセスグループ20あるいは22が存在する場合には、それが起動される。

【0056】起動されたプラットフォームレイヤ及びアプリケーションレイヤプロセスグループ16、18、20、及び22は、プロセスグループマネージャ10とハンドシェークを行ない、アクティブ36あるいは待機34への起動に関するアクノレッジを行なう。

【0057】プロセスグループ対24は、プラットフォームレイヤプロセスグループ16が、そのプロセスグループ対24に含まれるプライマリプロセスグループ20及びオルタネートプロセスグループ22の双方に対するホストとして機能しているコンピュータ6上で正常に動作している場合にのみ、生成される。

【0058】プロセスグループマネージャ10による起動の開始のアクノレッジにプライマリあるいはオルタネートプロセスグループ20あるいは22が失敗した場合には、起動が開始されたプライマリあるいはオルタネートプロセスグループ20あるいは22が利用不可能状態30へ遷移させられる。同様に、アクティブ36から待機34への停止処理の開始のアクノレッジにアプリケーションレイヤプライマリあるいはオルタネートプロセスグループ20あるいは22が失敗した場合には、停止処理が開始されたプライマリあるいはオルタネートプロセスグループ20あるいは22が利用不可能状態30へ遷移させられる。

【0059】開始されたとしても、待機状態にあったプロセスグループ20あるいは22の起動は、起動が開始されている、その待機状態にあったプロセスグループ20あるいは22が、プロセスグループマネージャ10とハンドシェークを行なって起動の開始をアクノレッジするまでは、実際には行なわれない。

【0060】同一のプロセスグループ対24に属しているプライマリ及びオルタネートプロセスグループ20及び22は、緩やかに結合されたコンピュータ6のいずれにおいて実行されている他のプロセスグループ18、20、及び22に影響を及ぼすことなくメンテナンスを行

なうために、オフライン状態38に移行させられ得る。

【0061】同一のコンピュータ6あるいは相異なったコンピュータ6上で実行されている個々のアプリケーションレイヤプロセスグループ18、20、及び22は、他の外部アプリケーションのホストとして機能することが可能である。例えば、単一あるいは複数個のアプリケーションレイヤプロセスグループ18、20、あるいは22が符号分割多重アクセス(CDMA)セルラ電話通話処理を制御しており、単一あるいは複数個のプロセスグループ18、20、あるいは22が時分割多重アクセス(TDMA)セルラ電話通話処理を制御しており、単一あるいは複数個のプロセスグループ18、20、あるいは22がグループスペシャルモバイル(GSM)セルラ電話通話処理を制御しており、単一あるいは複数個のプロセスグループ18、20、あるいは22がセルラデジタルパケットデータ(CDPD)セルラ電話通話処理を制御しており、単一あるいは複数個のプロセスグループ18、20、あるいは22がアナログ移動体電話サービス(AMPS)セルラ電話通話処理を制御している等である。同様に、同一のコンピュータ6あるいは相異なったコンピュータ6上で実行されている個別のアプリケーションレイヤプロセスグループ18、20、及び22は、別個の外部アプリケーションのホストとして機能することが可能である。

【0062】当業者には明らかであるが、本発明は、2つあるいはそれ以上の緩やかに結合されたコンピュータ6に亘って単一あるいは複数個のプロセスグループ対24を、例えばアクティブ／待機、アクティブ／アクティブ、及び通常のn+k間隔配置などを含む種々の高利用可能性計算エレメント6配置に配置するフレキシビリティを有している。

【0063】以上の説明は、本発明の一実施例に関するもので、この技術分野の当業者であれば、本発明の種々の変形例が考え得るが、それらはいずれも本発明の技術的範囲に包含される。

#### 【0064】

【発明の効果】以上述べたごとく、本発明によれば、市販の相互接続手段を用いて緩やかに結合された単一あるいは複数個の市販の計算システムにわたって種々のレベルの高利用可能性を同時に実現する計算システムアーキテクチャ及びその実現方法が提供される。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 4つの緩やかに結合させられたコンピュータ、独立したコンピュータ、及び管理端末を有する本発明に係る計算システムを模式的に示すブロック図。

【図2】 本発明に係るプロセスグループが遷移していく状態シーケンスを模式的に示す図。

#### 【符号の説明】

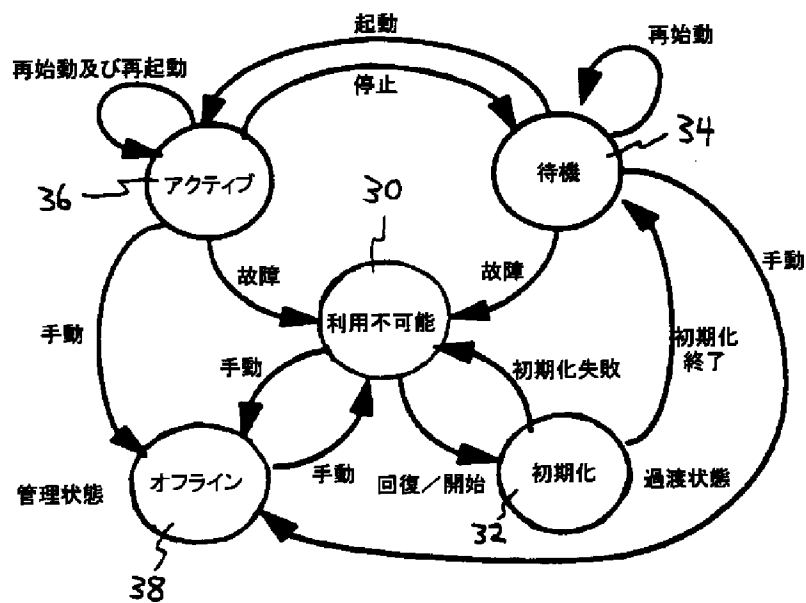
2 管理端末

4 独立コンピュータ

- 6 ホストコンピュータ
- 8 相互接続
- 10 プロセスグループマネージャ
- 12 インターフェース
- 13 システムレイヤ
- 14 システムレイヤプロセスグループ
- 15 プラットフォームレイヤ
- 16 プラットフォームレイヤプロセスグループ
- 17 アプリケーションレイヤ
- 18 アプリケーションレイヤプロセスグループ

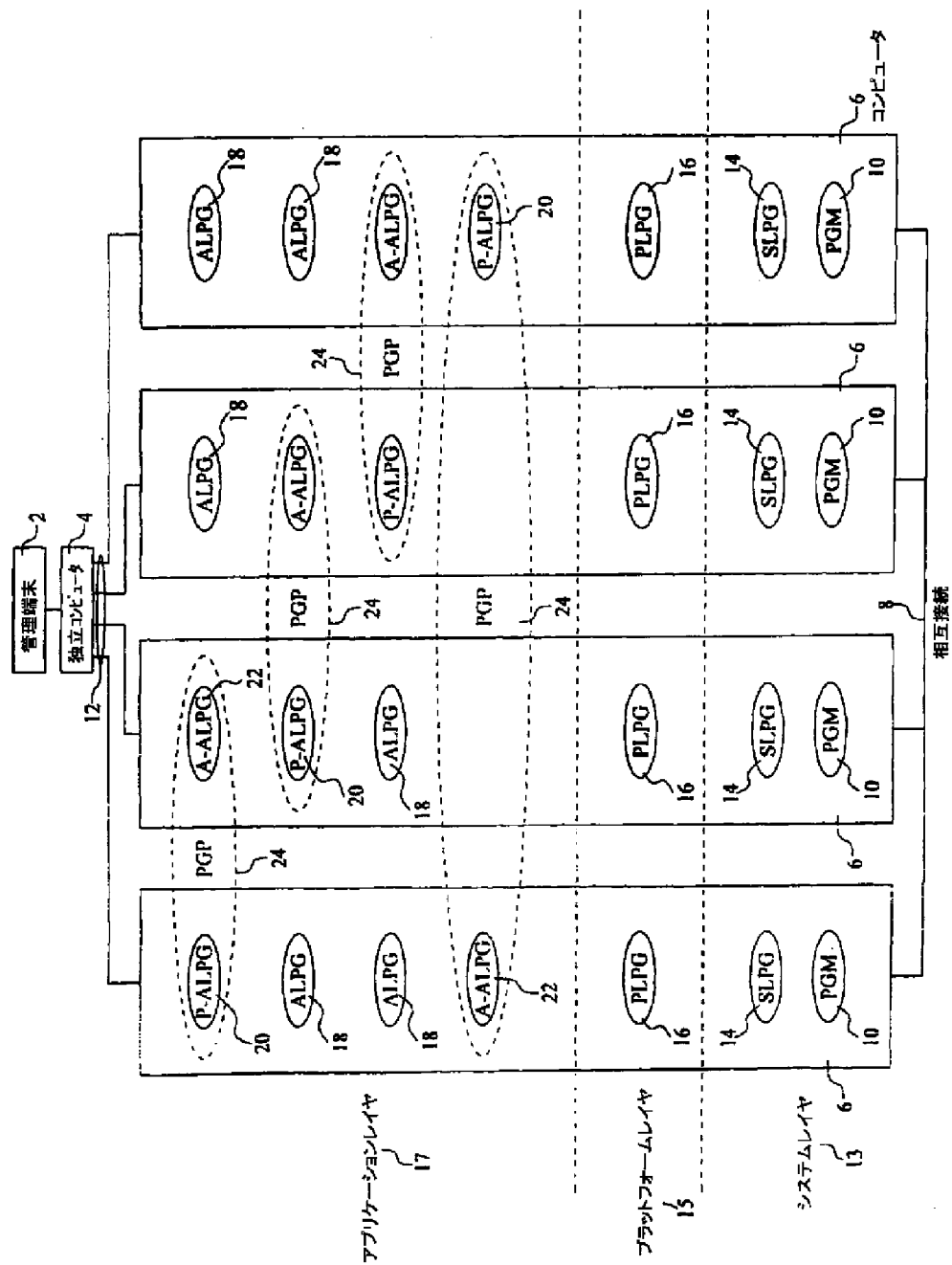
- 20 プライマリアプリケーションレイヤプロセスグループ
- 22 オルタネートアプリケーションレイヤプロセスグループ
- 24 アプリケーションレイヤプロセスグループ対
- 30 利用不可能状態
- 32 初期化状態
- 34 待機状態
- 36 アクティブ状態

【図 2】





【図 1】



フロントページの続き

(71)出願人 596077259

600 Mountain Avenue,  
Murray Hill, New Je  
rsey 07974-0636U. S. A.

(72)発明者 デブラ ケー ハダッド

アメリカ合衆国, 60440 イリノイ, オー  
ロラ, アップルツリー レイン 1317

(72)発明者 スーザン エー リー  
アメリカ合衆国, 60517 イリノイ, ウッ  
ドリッジ, スネード コート 6316  
(72)発明者 ジョン エイチ ポクロピンスキー  
アメリカ合衆国, 60517 イリノイ, ウッ  
ドリッジ, キャタルパ アベニュー 7824  
(72)発明者 ボニー エル プロコボウィッツ  
アメリカ合衆国, 60302 イリノイ, オー  
シャンパーク, フェアー オークス アベ  
ニュー

(72)発明者 デール エフ ラサンデ  
アメリカ合衆国, 60134 イリノイ, ジェ  
ネバ, クリスタル ツリー コート 1909  
(72)発明者 ジェームス ピー スクーナバー  
アメリカ合衆国, 60187-6536 イリノイ,  
ウェトン, ネルソン サークル 1319  
(72)発明者 レイモンド ディー スミス  
アメリカ合衆国, 60515 イリノイ, ダウ  
ナーズ グループ, ハイランド アベニュー  
3944